ZEITSCHRIFT

FÜR

KRYSTALLOGRAPHIE

UND

MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG

ZAHLREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

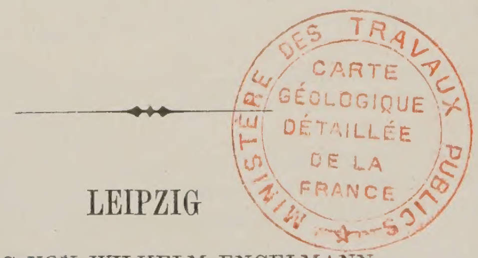
HERAUSGEGEBEN

VON

P. GROTH.

DREIUNDDREISSIGSTER BAND.

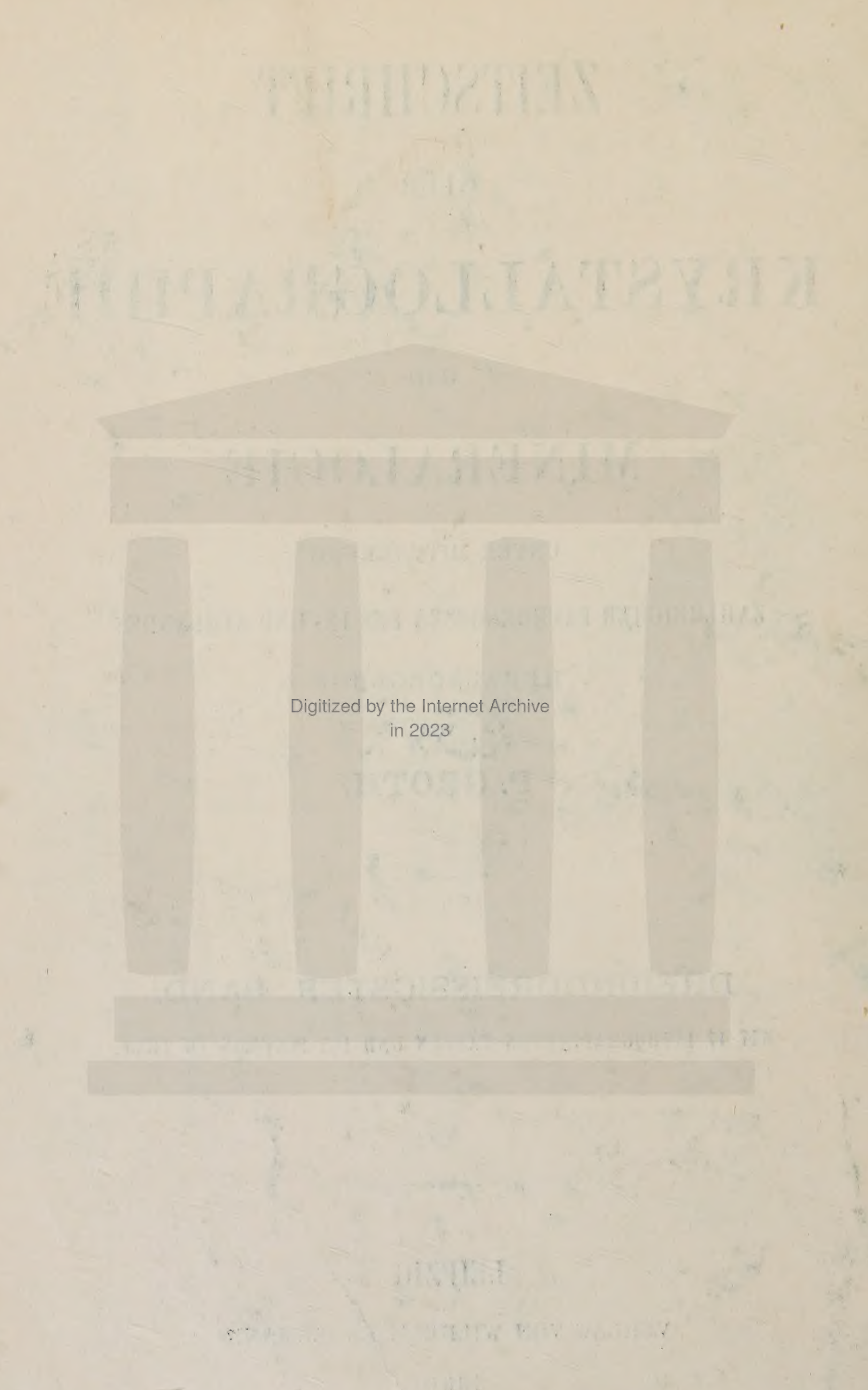
MIT 17 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 105 FIGUREN IM TEXT.



LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1900.



Inhaltsverzeichniss des dreiunddreissigsten Bandes.

Heft II. (Geschlossen am 27. Mai 1900.)

Heft III.—V. (Geschlossen am 10. Juli 1900.)

Heft VI. (Geschlossen am 1. August 1900.)

I. Eine vergleichende Untersuchung der Doppelselenate der Reihe $R_2M(SeO_4)_2.6H_2O$.

Gruppe 1. Salze, welche Zink enthalten.

Von

A. E. Tutton in Oxford.

(Hierzu Tafel I, Fig. 1—3.)

Diese Mittheilung umfasst die Resultate der Untersuchung der Zink als *M*-Metall enthaltenden Gruppe der in dem Titel erwähnten Reihe von monosymmetrischen Doppelsalzen, deren *R*-Metalle Kalium, Rubidium und Cäsium sind. Dieselbe bildet den ersten Theil einer vollständigen Untersuchung, ganz analog derjenigen, welche der Verf. über die ähnlichen Doppelsulfate ausgeführt hat (diese Zeitschr. **21**, 491 und **27**, 113).

Selensaures Kalium-Zink ist bereits von Topsöe und Christiansen untersucht worden neben vier anderen Kaliumsalzen der Reihe (Ann. Chem. Phys. [5], **1**, 1); die Rubidium- und Cäsiumsalze sind aber nie untersucht worden. Die Salze wurden dargestellt, indem Lösungen der berechneten Mengen des Alkaliselenats und des Zinkselenats gemischt und alsdann der freiwilligen Verdunstung mit allen früher beschriebenen Vorsichtsmaassregeln gegen Störung ausgesetzt wurden. Das angewandte Material der Selenate der *R*-Metalle wurde durch Wiederumkrystallisiren aus demselben Ausgangsmateriale erhalten, welches bei der Arbeit über diese einfachen Selenate (diese Zeitschr. **29**, 63) angewandt wurde und für welches chemische Analysen nebst spectroskopischer Prüfung gegeben worden sind. Das Selenat des *M*-Metalls, Zink, wurde folgendermassen dargestellt.

Eine geeignete Menge von umkrystallisirtem schwefelsaurem Zink wurde in destillirtem Wasser aufgelöst und mit einer Lösung von kohlensaurem Natrium vollständig gefällt. Der Niederschlag von basisch kohlensaurem Zink wurde durch Abgiessen und Auswaschen mit heissem Wasser getrennt und in einer Lösung von reiner Selensäure von bekannter Stärke aufgelöst,

mit Hinzufügung eines Tropfens im Ueberschuss, um die Bildung basischen Salzes nach Vermischen mit dem Alkaliselenate zu vermeiden.

Die Arbeitsmethode war, was die Messungen, Herstellung der Platten und Prismen und die Berechnungen betrifft, genau dieselbe, welche schon in den früheren Mittheilungen beschrieben worden ist, mit Ausnahme der folgenden kleinen, aber sehr nützlichen experimentellen Verbesserungen.

Die eine ist die Anwendung einer besonders kleinen, aber sehr kräftigen elektrischen Glühlampe zur Beleuchtung des Signals in dem Fuess-schen Goniometer Nr. 2a und einer ebensolchen zur Beleuchtung des Kreises; die letztere ist über dem Instrumente aufgehängt und mit einem besonderen auf dem Stativtische des Instrumentes befindlichen Umschalter versehen, so dass man den Kreis jeden Augenblick beleuchten kann für die Ablesung und dann wieder verdunkeln kann für die Justirung des nächsten Signalbildes. Die zweite Verbesserung besteht in einer ähnlichen Vorrichtung an dem Spectrometer Nr. 1a, aber hier ist die den Kreis beleuchtende elektrische Lampe auf dem Rohre mit schiefem Reflector, welches hinter dem Träger des Beobachtungsfernrohres bis nahe an den Kreis herabreicht, mit bequem justirbarer Befestigungsvorrichtung so angeordnet, dass sie sich dicht über dem Kreise und dem schiefen Reflector gegenüber befindet. Sie ist derart mit einem Schirme versehen, dass, wenn man sie mit Hülfe des auf dem Stative befindlichen Umschalters in Brand setzt, um den Kreis zu beleuchten, die Augen des Beobachters vor den Strahlen geschützt werden. Nach dem Wiederauslöschen justirt man das nächste Signalbild im monochromatischen Lichte auf minimale Ablenkung und auf die Mitte des Fadenkreuzes im dunklen Raume, und so weiter.

Die dritte Verbesserung der experimentellen Hülfsmittel besteht aus zwei neuen Griffhaltern für Krystalle verschiedener Grössen; sie sind mit einer Vorrichtung versehen, welche eine Justirung für Azimuth erlauben, und für die Benutzung mit dem besonderen Krystalljustirungsapparate verbunden, welcher vom Verf. in dieser Zeitschr. **31**, 463 unter den Verbesserungen seines Schneid- und Schleifgoniometers beschrieben worden ist, und welcher das Schleifen von 60^{0}-Prismen mit einem einzigen Aufsetzen des Krystalles auf den Halter ermöglicht. Die Construction derselben ergiebt sich aus Fig. 1, Taf. I.

Diese Halter sind sehr geeignet, da bei ihrer Anwendung eine Verkittung des Krystalles mit warmem Wachs, wobei möglicherweise Entwässerung wasserhaltiger Krystalle oder vielleicht Zerspringen erfolgen könnte, ganz vermieden wird.

Die in der Doppelsulfat-Mittheilung (diese Zeitschr. **21**, 494) gegebene sphärische Projection gilt auch für die Doppelselenate.

Selensaures Kalium-Zink $K_2Zn(SeO_4)_2.6H_2O$.

Eine Bestimmung des Zinkgehaltes in 0,9152 g der angewandten Krystalle lieferte 0,1396 g ZnO, entsprechend 12,24 % Zink. Berechnet 12,11 %.

Goniometrie.

Zehn vortreffliche Krystalle wurden angewandt, aus verschiedenen Krystallisationen herstammend.

Axenverhältniss: $a:b:c = 0,7458:1:0,5073$.

Axenwinkel: $\beta = 75^0\,48'$.

Habitus: Kurzprismatisch bis tafelförmig.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\infty$, $b = \{010\}\infty P\infty$, $c = \{001\}0P$, $p = \{110\}\infty P$, $p' = \{120\}\infty P2$, $q = \{011\}P\infty$, $o' = \{\bar{1}11\}+P$, $r' = \{\bar{2}01\}+2P\infty$.

Die Resultate der Messungen sind in der begleitenden Tabelle zusammengestellt.

Morphologische Winkel des selensauren Kalium-Zinks.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Ber.:	Diff.:
$ac = (100):(001)$	5	75° 43′ — 75° 55′	75° 45′	75° 48′	3′
$as = (100):(101)$	—	—	—	46 19	—
$sc = (101):(001)$	—	—	—	29 29	—
$cr' = (001):(\bar{2}01)$	16	63 4 — 63 25	63 15	63 12	3
$cs' = (001):(\bar{1}01)$	—	—	—	38 22	—
$s'r' = (\bar{1}01):(\bar{2}01)$	—	—	—	24 50	—
$r'a = (\bar{2}01):(\bar{1}00)$	5	40 50 — 41 0	40 56	41 0	4
$r'c = (\bar{2}01):(00\bar{1})$	16	116 35 — 116 56	116 45	116 48	3
$ap = (100):(110)$	8	35 33 — 36 8	35 52	*	—
$pp' = (110):(120)$	2	19 1 — 19 45	19 23	19 28	5
$p'b = (120):(010)$	1	—	34 39	34 40	1
$pb = (110):(010)$	10	53 51 — 54 24	54 7	54 8	1
$pp = (110):(1\bar{1}0)$	20	71 34 — 71 54	71 43	71 44	1
$pp = (110):(\bar{1}10)$	20	108 8 — 108 32	108 16	108 16	0
$cq = (001):(011)$	36	26 0 — 26 23	26 8	*	—
$qb = (011):(010)$	13	63 35 — 64 8	63 52	63 52	0
$qq = (011):(01\bar{1})$	13	127 38 — 127 53	127 44	127 44	0
$ao = (100):(111)$	—	—	—	49 35	—
$oq = (111):(011)$	—	—	—	27 42	—
$aq = (100):(011)$	—	—	—	77 17	—
$qo' = (011):(\bar{1}11)$	—	—	—	34 31	—
$o'a = (\bar{1}11):(\bar{1}00)$	—	—	—	68 12	—

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Ber.:	Diff.:
$co = (001):(111)$	—	—	—	35° 11′	—
$op = (111):(110)$	—	—	—	43 21	—
$cp = (001):(110)$	42	78° 22′ — 78° 41′	78° 32′	*	—
$po' = (110):(11\bar{1})$	3	56 42 — 56 53	56 48	56 50	2′
$o'c = (11\bar{1}):(00\bar{1})$	3	44 37 — 44 42	44 39	44 38	1
$pc = (110):(00\bar{1})$	42	101 21 — 101 38	101 29	101 28	1
$bo = (010):(111)$	—	—	—	69 51	—
$os = (111):(101)$	—	—	—	20 9	—
$bo' = (010):(\bar{1}11)$	—	—	—	65 10	—
$o's' = (\bar{1}11):(\bar{1}01)$	—	—	—	24 50	—
$sq = (101):(011)$	—	—	—	38 36	—
$qp = (011):(\bar{1}10)$	35	85 14 — 85 48	85 29	85 26	3
$ps = (\bar{1}10):(\bar{1}0\bar{1})$	—	—	—	55 58	—
$pq = (\bar{1}10):(0\bar{1}\bar{1})$	35	94 14 — 94 49	94 31	94 34	3
$s'q = (\bar{1}01):(011)$	—	—	—	45 15	—
$qp = (011):(110)$	34	63 59 — 64 24	64 9	64 7	2
$ps' = (110):(10\bar{1})$	—	—	—	70 38	—
$pq = (110):(0\bar{1}\bar{1})$	34	115 27 — 116 0	115 51	115 53	2
$r'o' = (\bar{2}01):(\bar{1}11)$	3	34 27 — 34 46	34 33	34 33	0
$o'p = (\bar{1}11):(110)$	3	93 10 — 93 26	93 17	93 10	7
$pr' = (110):(20\bar{1})$	33	52 1 — 52 26	52 17	52 17	0
$r'p = (\bar{2}01):(110)$	31	127 29 — 127 56	127 43	127 43	0

Gesammtzahl der Messungen: 462.

Die beobachteten Combinationen waren den folgenden Figuren der Mittheilung über die Doppelsulfate ähnlich: Fig. 7 ohne b-Flächen, Fig. 8 ohne die kleineren Flächen, Figg. 20, 21, 24 und 25. Die beiden a- und b-Flächen waren gewöhnlich gut definirt, die Hemipyramide o' war gelegentlich wohlausgebildet, aber häufiger klein, während kleine p'-Flächen nur an zwei Krystallen entdeckt wurden. Der allgemeine Typus zeigte p, c, r' und q als Hauptflächen, c immer gross, und r' auch gelegentlich gross, aber in der Regel etwas kleiner als die q-Flächen.

Topsöe und Christiansen (loc. cit. S. 77) geben für das Axenverhältniss $a:b:c = 0{,}7441 : 1 : 0{,}5075$ und für den Axenwinkel $\beta = 75^{\circ}46'$. Die Messungen wurden von Topsöe im Jahre 1870 ausgeführt.

Es findet eine vortreffliche Spaltbarkeit statt nach $r'\{\bar{2}01\}$, wie schon von Topsöe und Christiansen angegeben worden ist.

Volum.

Specifisches Gewicht. Die folgenden vier unabhängigen Bestimmungen wurden gemacht.

Angewandte Salzmenge:	Spec. Gew. bei 20°/4°
5,5358 g	2,5535
6,1058 -	2,5544
5,1597 -	2,5524
5,0657 -	2,5546
Mittel	2,5537

Molekularvolum. $\frac{M}{d} = \frac{536,6}{2,5537} = 210,13.$

Topische Axenverhältnisse. Die Verbindung der früher gegebenen Axenverhältnisse mit dem Molekularvolum und dem Axenwinkel liefert die folgenden topischen Axenverhältnisse:

$$\chi : \psi : \omega = 6,1941 : 8,3054 : 4,2133.$$

Optische Eigenschaften.

Orientirung der Axen des optischen Ellipsoids. Die optische Axenebene ist die Symmetrieebene. Das Zeichen der Doppelbrechung ist positiv. Zwei Schnittplatten parallel der Symmetrieebene gaben die folgenden Auslöschungswinkel gegen die Normale der Basis:

Platte 1	5° 30′
- 2	4 36
Mittel	5° 3′

Die Richtung ist rückwärts der Normale, näher der verticalen Axe. Diese Axe der Indicatrix ist die zweite Mittellinie. Folglich liegt die erste Mittellinie im stumpfen Winkel der morphologischen Axen ac und ist 5° 3′ gegen die Axe a geneigt. Die zweite Mittellinie liegt ebenfalls im stumpfen Winkel ac und ist 9° 9′ gegen die verticale Axe c geneigt.

Brechungsexponenten. Die Resultate der Bestimmungen mit sechs aus sechs verschiedenen Krystallen geschliffenen Prismen sind in der begleitenden Tabelle gegeben. Die von Topsöe und Christiansen erhaltenen Werthe sind in der letzten Columne hinzugefügt. Die β-Werthe, welche allein von ihnen direct bestimmt wurden, stimmen gut mit den hier angegebenen Werthen überein.

Der mittlere Brechungsexponent von selensaurem Kalium-Zink, für das Vacuum corrigirt, wird (und zwar von A des Spectrums bis in die Nähe von F genau, jenseits F weniger genau) durch die folgende Formel ausgedrückt:

$$\beta = 1,5010 + \frac{694100}{\lambda^2} - \frac{3\,005\,700\,000\,000}{\lambda^4} + \cdots$$

Da die Dispersion mit dem numerischen Werthe des Exponenten zunimmt, werden die α- und γ-Werthe nicht so genau ausgedrückt, wenn man die Constante 1,5010 um bestimmte Beträge vermindert und vergrössert. Sie sind aber im Mittel um 0,0060 resp. 0,0154 kleiner und grösser als die β-Werthe.

Brechungsexponenten von *KZn*-Selenat.

Index	Licht	Prisma 1	Prisma 2	Prisma 3	Prisma 4	Prisma 5	Prisma 6	Mittler. Brech.-Exp.	Werthe von Topsoe u. Christiansen
α	*Li*	1,5094	1,5092	1,5082	—	1,5080	—	**1,5087**	—
Schwingungs-	*C*	1,5099	1,5099	1,5086	—	1,5085	—	**1,5092**	—
richtung	*Na*	1,5128	1,5125	1,5115	—	1,5114	—	**1,5121**	1,5115
parallel der	*Tl*	1,5158	1,5155	1,5146	—	1,5144	—	**1,5151**	—
zweiten	*F*	1,5195	1,5194	1,5184	—	1,5181	—	**1,5189**	—
Mittellinie	*G*	1,5250	1,5249	1,5238	—	1,5237	—	**1,5244**	—
β	*Li*	1,5157	—	1,5145	1,5143	—	1,5140	**1,5146**	—
Schwingungs-	*C*	1,5162	—	1,5151	1,5148	—	1,5145	**1,5151**	1,5148
richtung	*Na*	1,5193	—	1,5179	1,5177	—	1,5176	**1,5181**	1,5177
parallel der	*Tl*	1,5223	—	1,5210	1,5208	—	1,5205	**1,5212**	—
Symmetrie-	*F*	1,5263	—	1,5251	1,5248	—	1,5247	**1,5252**	1,5252
axe *b*	*G*	1,5317	—	1,5305	1,5305	—	1,5302	**1,5307**	1,5308
γ	*Li*	—	1,5305	—	1,5294	1,5295	1,5295	**1,5297**	—
Schwingungs-	*C*	—	1,5309	—	1,5300	1,5300	1,5300	**1,5302**	—
richtung	*Na*	—	1,5343	—	1,5333	1,5332	1,5333	**1,5335**	1,5327
parallel der	*Tl*	—	1,5377	—	1,5365	1,5367	1,5365	**1,5369**	—
ersten	*F*	—	1,5417	—	1,5407	1,5407	1,5408	**1,5410**	—
Mittellinie	*G*	—	1,5478	—	1,5469	1,5469	1,5469	**1,5471**	—

Veränderung der Refraction durch Temperaturerhöhung. Bestimmungen bei 60° zeigen, dass die Brechungsexponenten durch die Temperaturerhöhung von 45° um 0,0020 vermindert werden.

Axen des optischen Ellipsoids. Die berechneten Werthe der Axenverhältnisse der Indicatrix sind unten angegeben, sowie auch diejenigen für das optische Velocitäts-Ellipsoid, um eine Vergleichung mit denen des analogen Doppelsulfates zu ermöglichen, bei welchem die Fletcher'sche Indicatrix nicht angewandt worden ist.

Axen der optischen Indicatrix:

$$\alpha : \beta : \gamma = 0,9960 : 1 : 1,0101.$$

Axen des optischen Velocitätsellipsoids:

$$\mathfrak{a} : \mathfrak{b} : \mathfrak{c} = 1,0040 : 1 : 0,9900.$$

Molekulare optische Constanten. Folgendes sind die Werthe dieser Constanten.

Axe der Indicatrix:			α	β	γ
Specifische Refraction	$\frac{n^2-1}{(n^2+2)d} = \mathfrak{n}$	*C.*	0,1170	0,1181	0,1210
		G.	0,1199	0,1211	0,1242
Molekulare Refraction	$\frac{n^2-1}{n^2+2} \cdot \frac{M}{d} = \mathfrak{m}$	*C.*	62,76	63,37	64,93
		G.	64,33	64,98	66,65
Specifische Dispersion	$\mathfrak{n}_G - \mathfrak{n}_C$		0,0029	0,0030	0,0032
Molekulare Dispersion	$\mathfrak{m}_G - \mathfrak{m}_C$		1,57	1,61	1,72
Molekulare Refraction	$\frac{n-1}{d} M$	*C.*	107,00	108,24	111,41

Optischer Axenwinkel. Drei vortreffliche Paare von Schnittplatten wurden senkrecht zur ersten resp. zweiten Mittellinie geschliffen und lieferten die folgenden Bestimmungen:

Bestimmung des scheinbaren Winkels von *KZn*-Selenat.

Licht:	Platte 1	Platte 2	Platte 3	Mittel 2*E*
Li	112° 12′	111° 34′	111° 56′	111° 54′
C	112 14	111 40	112 0	111 58
Na	112 24	112 8	112 19	112 17
Tl	112 40	112 35	112 41	112 39
F	112 58	113 1	113 10	113 3

Bestimmung des wahren optischen Axenwinkels von *KZn*-Selenat.

Licht:	Nr. der Platte senkr. zur ersten Mittellinie:	Beobachtet $2H_a$	Nr. der Platte senkr. zur zweiten Mittellinie:	Beobachtet $2H_o$	Berechnet $2V_a$	Mittel $2V_a$
	1	60° 7′	1a	100° 12′	66° 16′	
Li	2	59 54	2a	100 8	66 8	66° 12′
	3	60 3	3a	100 14	66 13	
	1	60 5	1a	100 8	66 16	
C	2	59 52	2a	100 4	66 8	66 13
	3	60 0	3a	100 6	66 14	
	1	59 54	1a	99 42	66 18	
Na	2	59 43	2a	99 39	66 10	66 15
	3	59 49	3a	99 39	66 16	
	1	59 39	1a	99 5	66 20	
Tl	2	59 31	2a	99 3	66 14	66 17
	3	59 36	3a	99 5	66 18	
	1	59 17	1a	98 17	66 22	
F	2	59 11	2a	98 15	66 18	66 20
	3	59 19	3a	98 25	66 20	

Topsöe und Christiansen geben für $2E$ 111° 50′ und für $2V_a$ 66° 8′, beide Werthe für Natriumlicht.

Man sieht, dass die Dispersion äusserst gering ist und die vorsichtigsten Messungen mit Schnittplatten, welche sehr kleine Ringe und scharfe Hyperbeln liefern, nothwendig sind, um zuverlässige Resultate darüber zu erhalten.

Eine werthvolle Bestätigung ihrer Natur erhält man durch Eintauchen der Platte in Cedernöl, dessen Refraction ungefähr dieselbe wie diejenige der Krystalle ist. Eine Platte senkrecht zur ersten Mittellinie zeigt in dieser Flüssigkeit die Hyperbeln dem wahren Winkel der Axen entsprechend dispergirt und nach dem folgenden Schema gefärbt:

roth | blau   Erste Mittellinie   ungefärbt | ungefärbt.

Der stumpfe morphologische Axenwinkel ac liegt links. Der optische Axenwinkel ist also grösser für blau als für roth, und Messungen in Li- und F-Licht gaben einen Winkel, welcher im letzteren Falle um 5′ grösser war, ein Resultat, welches die in der Tabelle gegebenen Werthe bestätigt.

Dispersion der Mittellinien. In Cedernöl gab es bei der Veränderung der Wellenlänge des Lichtes gar keine Bewegung der rechten Hyperbel, welche der in dem spitzen morphologischen Winkel ac liegenden optischen Axe entspricht, die gesammte Bewegung fand an der linken Hyperbel statt. Daher liegt die erste Mittellinie für roth näher der morphologischen Axe a als für blau. Der Betrag ist nicht grösser als 5′.

Wirkung einer Temperaturerhöhung auf den optischen Axenwinkel. Messungen bei 65° zeigten, dass $2E$ sich für 50° Temperaturerhöhung um $2\frac{1}{2}$° vergrössert.

Selensaures Rubidium-Zink $Rb_2Zn(SeO_4)_2 . 6H_2O$.

Eine Zink-Bestimmung in einer Probe der angewandten Krystalle lieferte das folgende Zeugniss der Reinheit: 1,4130 g gaben 0,1426 g ZnO, entsprechend 10,28 % Zink. Berechnet 10,33 %.

Goniometrie.

Zehn gut ausgebildete kleine Krystalle wurden angewandt, welche vier verschiedenen Krystallisationen angehörten.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,7431 : 1 : 0,5019$.

Axenwinkel: $\beta = 74° 44'$.

Habitus: Dicktafelförmig, gelegentlich prismatisch.

Beobachtete Formen: $a = \{100\} \infty P \infty$, $b = \{010\} \infty R \infty$, $c = \{001\} 0P$, $p = \{110\} \infty P$, $q = \{011\} R\infty$, $o' = \{\bar{1}11\} + P$, $r' = \{\bar{2}01\} + 2P\infty$, $n' = \{\bar{1}21\} + 2R2$.

Die Resultate der Messungen sind in der begleitenden Tabelle zusammengestellt.

Die beobachteten Combinationen waren denjenigen des schwefelsauren Rubidium-Zinks ähnlich, insbesondere derjenigen, welche in Fig. 7 der Mittheilung über die Doppelsulfate abgebildet ist, aber in der Regel ohne die b-Flächen. Vom Orthopinakoid a wurde nur eine Spur entdeckt; das Klinopinakoid b war immer klein, wenn überhaupt vorhanden, und die Hemipyramide n' trat nur an einem der gemessenen Krystalle auf. Die o'-Flächen waren ziemlich gut ausgebildet und gaben gute Signalbilder. Häufig waren c, p, r' und q die einzigen vorhandenen Flächen. Die c-Flächen variirten in relativer Wichtigkeit von der gewöhnlich von dem Kaliumsalz vorkommenden Breite bis zu dem schmalen Streifen, welcher charakteristisch für das Cäsiumsalz ist.

Es giebt eine vortreffliche Spaltbarkeit nach $r'\{\bar{2}01\}$.

Morphologische Winkel des selensauren Rubidium-Zinks.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$ac = (100):(001)$	—	—	—	74° 44′	—
$as = (100):(101)$	—	—	—	45 47	—
$sc = (101):(001)$	—	—	—	28 57	—
$cr' = (001):(\bar{2}01)$	9	63° 45′ — 64° 2′	63° 53′	63 42	11′
$cs' = (001):(\bar{1}01)$	—	—	—	38 24	—
$s'r' = (\bar{1}01):(\bar{2}01)$	—	—	—	25 18	—
$r'a = (\bar{2}01):(\bar{1}00)$	—	—	—	41 34	—
$r'c = (\bar{2}01):(00\bar{1})$	11	115 57 — 116 15	116 4	116 18	14
$ap = (100):(110)$	—	—	—	35 38	—
$pp' = (110):(120)$	—	—	—	19 28	—
$p'b = (120):(010)$	—	—	—	34 54	—
$pb = (110):(010)$	2	54 15 — 54 27	54 21	54 22	1
$pp = (110):(1\bar{1}0)$	20	71 6 — 71 39	71 15	*	—
$pp = (110):(\bar{1}10)$	20	108 21 — 109 1	108 45	108 45	0
$cq = (001):(011)$	21	25 35 — 26 7	25 50	*	—
$qb = (011):(010)$	2	64 10 — 64 16	64 13	64 10	3
$qq = (011):(01\bar{1})$	17	128 3 — 128 36	128 25	128 20	5
$ao = (100):(111)$	—	—	—	48 59	—
$oq = (111):(011)$	—	—	—	27 19	—
$aq = (100):(011)$	—	—	—	76 18	—
$qo' = (011):(\bar{1}11)$	—	—	—	34 37	—
$o'a = (\bar{1}11):(\bar{1}00)$	—	—	—	69 5	—

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$co = (001):(111)$	—	—	—	34° 34′	—
$op = (111):(110)$	—	—	—	43 5	—
$cp = (001):(110)$	35	77° 28′ — 77° 57′	77° 39′	*	—
$po' = (110):(11\bar{1})$	8	57 33 — 57 37	57 35	57 43	8′
$o'c = (11\bar{1}):(00\bar{1})$	3	44 40 — 44 47	44 45	44 38	7
$pc = (110):(00\bar{1})$	34	102 10 — 102 36	102 21	102 21	0
$bo = (010):(111)$	—	—	—	70 13	—
$os = (111):(101)$	—	—	—	19 47	—
$bo' = (010):(\bar{1}11)$	3	65 9 — 65 17	65 14	65 14	0
$o's' = (\bar{1}11):(\bar{1}01)$	—	—	—	24 46	—
$o'o' = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	1	—	49 34	49 32	2
$sq = (101):(011)$	—	—	—	38 2	—
$qn' = (011):(\bar{1}21)$	1	—	35 46	35 33	13
$n'p = (\bar{1}21):(\bar{1}10)$	1	—	50 44	50 57	13
$qp = (011):(\bar{1}10)$	26	86 14 — 86 49	86 37	86 30	7
$ps = (\bar{1}10):(\bar{1}0\bar{1})$	—	—	—	55 28	—
$pq = (\bar{1}10):(0\bar{1}\bar{1})$	26	93 6 — 93 36	93 23	93 30	7
$s'q = (\bar{1}01):(011)$	—	—	—	45 8	—
$qp = (011):(110)$	28	63 26 — 63 55	63 38	63 30	8
$ps' = (110):(10\bar{1})$	—	—	—	71 22	—
$pq = (110):(0\bar{1}\bar{1})$	28	116 6 — 116 38	116 23	116 30	7
$r'o' = (\bar{2}01):(\bar{1}11)$	3	34 51 — 34 53	34 52	34 49	3
$o'p = (\bar{1}11):(110)$	3	92 44 — 92 47	92 45	92 39	6
$pr' = (110):(20\bar{1})$	29	52 12 — 52 32	52 21	52 32	11
$r'p = (\bar{2}01):(110)$	28	127 23 — 127 50	127 39	127 28	11

Gesammtzahl der Messungen: 354.

Volum.

Specifisches Gewicht. Die folgenden vier Bestimmungen wurden je mit unabhängigen Mengen der fein gepulverten Krystalle ausgeführt.

Angewandte Salzmenge:	Spec. Gew. bei 20°/4°
7,8234 g	2,8596
6,0506 -	2,8611
7,8824 -	2,8601
6,7490 -	2,8608
Mittel	2,8604

$$\text{Molekularvolum. } \frac{M}{d} = \frac{629,0}{2,8604} = 219,90.$$

Topische Axenverhältnisse. Durch Verbindung der schon gegebenen Axenwinkel und Axenverhältnisse mit dem Molekularvolum erhält man die folgenden topischen Axenverhältnisse:

$$\chi : \psi : \omega = 6,3062 : 8,4863 : 4,2593.$$

Optische Eigenschaften.

Orientirung der Axen des optischen Ellipsoids. Die optischen Axen liegen in der Symmetrieebene. Das Zeichen der Doppelbrechung ist positiv. Die folgenden Auslöschungswinkel gegen die Normale der Basis wurden von zwei, der Symmetrieebene parallel geschliffenen, Schnittplatten geliefert:

Platte 1	2° 0′
- 2	2 7
Mittel	2° 3′

Die Richtung ist rückwärts der Normalen, näher an der verticalen morphologischen Axe. Diese Axe der Indicatrix ist die zweite Mittellinie. Die erste Mittellinie liegt also im stumpfen morphologischen Axenwinkel ac und ist 2° 3′ zur Axe a geneigt. Die zweite Mittellinie liegt ebenfalls im stumpfen Winkel ac und ist 13° 13′ zur verticalen Axe c geneigt.

Brechungsexponenten. Sechs, an sechs verschiedenen Krystallen aus verschiedenen Krystallisationen geschliffene Prismen gaben die in der Tabelle zusammengestellten Resultate.

Brechungsexponenten von *RbZn*-Selenat.

Index	Licht	Prisma 1	Prisma 2	Prisma 3	Prisma 4	Prisma 5	Prisma 6	Mittlerer Brech.-Exp.
α Schwingungsrichtung parallel der zweiten Mittellinie	*Li*	1,5123	—	—	1,5132	1,5135	1,5126	**1,5129**
	C	1,5128	—	—	1,5136	1,5141	1,5132	**1,5134**
	Na	1,5157	—	—	1,5165	1,5167	1,5159	**1,5162**
	Tl	1,5188	—	—	1,5197	1,5201	1,5190	**1,5194**
	F	1,5228	—	—	1,5234	1,5240	1,5229	**1,5233**
	G	1,5284	—	—	1,5288	1,5295	1,5284	**1,5288**
β Schwingungsrichtung parallel der Symmetrieaxe b	*Li*	1,5187	1,5175	1,5198	—	1,5190	—	**1,5188**
	C	1,5192	1,5181	1,5201	—	1,5197	—	**1,5193**
	Na	1,5220	1,5210	1,5230	—	1,5227	—	**1,5222**
	Tl	1,5251	1,5241	1,5261	—	1,5258	—	**1,5253**
	F	1,5291	1,5280	1,5302	—	1,5297	—	**1,5293**
	G	1,5350	1,5338	1,5360	—	1,5354	—	**1,5351**
γ Schwingungsrichtung parallel der ersten Mittellinie	*Li*	—	1,5286	1,5299	1,5298	—	1,5294	**1,5294**
	C	—	1,5290	1,5304	1,5303	—	1,5298	**1,5299**
	Na	—	1,5323	1,5336	1,5335	—	1,5330	**1,5331**
	Tl	—	1,5355	1,5369	1,5370	—	1,5367	**1,5365**
	F	—	1,5396	1,5408	1,5411	—	1,5405	**1,5405**
	G	—	1,5457	1,5469	1,5472	—	1,5466	**1,5466**

Der mittlere Brechungsexponent von selensaurem Rubidium-Zink,

corrigirt für das Vacuum, wird bis in die Nähe von F für irgend eine Wellenlänge λ durch die folgende Formel ausgedrückt:

$$\beta = 1{,}5067 + \frac{592314}{\lambda^2} - \frac{1397600000000}{\lambda^4} + \cdots$$

Die α-Exponenten werden sehr genau von der Formel wiedergegeben, wenn man die Constante 1,5067 um 0,0060 vermindert; wegen grösserer Dispersion längs der γ-Richtung sind die γ-Exponenten nur approximativ gegeben, wenn man die Constante um 0,0109 vergrössert.

Veränderung der Refraction durch Temperaturerhöhung. Bestimmungen bei 60° zeigten, dass die Brechungsexponenten durch 45° Temperaturerhöhung um 0,0018 vermindert werden.

Axen des optischen Ellipsoids. Folgende sind die Werthe der optischen Axenverhältnisse.

Axen der optischen Indicatrix:

$$\alpha : \beta : \gamma = 0{,}9961 : 1 : 1{,}0072;$$

Axen des optischen Velocitätsellipsoids:

$$\mathfrak{a} : \mathfrak{b} : \mathfrak{c} = 1{,}0039 : 1 : 0{,}9929.$$

Molekulare optische Constanten. Die berechneten Werthe dieser Constanten sind unten gegeben.

Axe der Indicatrix:		α	β	γ
Specifische Refraction $\frac{n^2-1}{(n^2+2)d} = \mathfrak{n}$	$C.$	0,1051	0,1062	0,1080
	$G.$	0,1078	0,1089	0,1108
Molekulare Refraction $\frac{n^2-1}{n^2+2} \cdot \frac{M}{d} = \mathfrak{m}$	$C.$	66,13	66,77	67,92
	$G.$	67,80	68,47	69,70
Specifische Dispersion $\mathfrak{n}_G - \mathfrak{n}_C$		0,0027	0,0027	0,0028
Molekulare Dispersion $\mathfrak{m}_G - \mathfrak{m}_C$		1,66	1,70	1,78
Molekulare Refraction $\frac{n-1}{d} M$	$C.$	112,90	114,20	116,53

Optischer Axenwinkel. Die folgenden Messungen sind mit Hülfe dreier Paare von Schnittplatten, senkrecht zu den Mittellinien, erhalten worden.

Bestimmung des scheinbaren Winkels von $Rb\,Zn$-Selenat.

Licht:	Platte 1	Platte 2	Platte 3	Mittel $2E$
Li	135° 2′	139° 0′	138° 22′	137° 28′
C	135 7	139 6	138 28	137 34
Na	135 23	139 32	139 5	138 0
Tl	135 43	139 55	139 40	138 26
F	136 15	140 25	140 19	139 0

Bestimmung des wahren optischen Axenwinkels von $RbZn$-Selenat.

Licht:	Nr. der Platte senkr. zur ersten Mittellinie:	Beobachtet $2H_a$	Nr. der Platte senkr. zur zweiten Mittellinie:	Beobachtet $2H_o$	Berechnet $2V_a$	Mittel $2V_a$
Li	1	67° 59′	1a	93° 39′	74° 57′	75° 16′
	2	68 21	2a	93 40	75 12	
	3	69 0	3a	93 44	75 38	
C	1	67 55	1a	93 35	74 56	75 14
	2	68 17	2a	93 38	75 10	
	3	68 56	3a	93 40	75 37	
Na	1	67 31	1a	93 10	74 50	75 8
	2	67 52	2a	93 16	75 2	
	3	68 35	3a	93 20	75 32	
Tl	1	67 8	1a	92 45	74 45	75 2
	2	67 29	2a	92 54	74 56	
	3	68 12	3a	92 56	75 26	
F	1	66 37	1a	92 10	74 38	74 55
	2	67 1	2a	92 26	74 48	
	3	67 45	3a	92 32	75 18	

Die Dispersion ist also gering, aber etwas grösser als bei dem Kaliumsalz. Eine Platte senkrecht zur ersten Mittellinie zeigt in Cedernöl, dessen Refraction beinahe dieselbe wie diejenige dieses Salzes ist, die Hyperbeln nach dem folgenden Schema gefärbt:

blau | roth   Erste Mittellinie   roth | blau.

Der optische Axenwinkel ist also grösser für roth als für blau, was das Resultat der Messungen bestätigt.

Dispersion der Mittellinien. In Cedernöl war die linke Hyperbel, welche sich in dem stumpfen Winkel der morphologischen Axen *ac* befand, schwächer gefärbt als diejenige rechts, also geringere Dispersion der Axe links andeutend. Messungen in Cedernöl bestätigten diese Vermuthung und zeigten, dass die Differenz zwischen der Stellung dieser Axe für *C*- und für *F*-Licht 8′—10′ war, während für die Axe rechts sie 20′ war. Also sind die Mittellinien so dispergirt, dass die erste Mittellinie für rothes Licht um 4′—5′ näher an der morphologischen Axe *a* liegt, als für blaues.

Wirkung einer Temperaturerhöhung auf den optischen Axenwinkel. Sehr geringe Veränderung des optischen Axenwinkels wird durch Variation der Temperatur hervorgebracht. Nach einander folgende Messungen bei 10,5° und 60,5° ergaben, dass $2E$ für 50° Temperaturerhöhung um 30′ zunimmt.

Selensaures Cäsium-Zink $Cs_2Zn(SeO_4)_2.6H_2O$.

Eine Analyse einer Probe der Krystalle dieses Salzes lieferte die folgenden Zahlen: 0,7072 g gaben 0,0790 g ZnO, was einem Gehalte von 9,02 % Zink entspricht. Berechnet: 8,98 %.

Goniometrie.

Elf der passendsten Krystalle, aus fünf verschiedenen Krystallisationen, wurden bei den Messungen gebraucht.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,7314 : 1 : 0,4971$.

Axenwinkel: $\beta = 73^\circ 49'$.

Habitus: Flachprismatisch.

Beobachtete Formen: $b = \{010\} \infty R \infty$, $c = \{001\} 0P$, $p = \{110\} \infty P$, $q = \{011\} R \infty$, $m = \{021\} 2R \infty$, $o' = \{\bar{1}11\} +P$, $r' = \{\bar{2}01\} +2P\infty$.

Die Resultate der Messungen siehe in der folgenden Tabelle.

Der Habitus der Krystalle der verschiedenen Krystallisationen wird durch die folgenden Figuren der citirten Mittheilung über die Doppelsulfate dargestellt; Figg. 9 und 10 bei der Beschreibung des schwefelsauren Cäsium-Zinks, Fig. 16 bei der Beschreibung von schwefelsaurem Cäsium-Eisen, Fig. 21, aber mit grösseren q-Flächen, und Fig. 34, was das Verhältniss der c-, r'- und q-Flächen betrifft.

Die Krystalle sind durch grosse q-Flächen charakterisirt im Verhältniss zu denjenigen der Basis, welche gewöhnlich nur als Streifen auftreten. Die Flächen der Hemipyramide o' sind häufig beträchtlich ausgebildet. Das Klinopinakoid b ist öfters anwesend, aber das Orthopinakoid a ist nie beobachtet worden. Das Klinodoma m wurde an einem der gemessenen Krystalle gefunden.

Morphologische Winkel des selensauren Cäsium-Zinks.

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$ac = (100):(001)$	—	—	—	73° 49′	—
$as = (100):(101)$	—	—	—	45 3	—
$sc = (101):(001)$	—	—	—	28 46	—
$cr' = (001):(\bar{2}01)$	22	64° 36′— 64° 53′	64° 45′	64 36	9′
$cs' = (001):(\bar{1}01)$	—	—	—	38 52	—
$s'r' = (\bar{1}01):(\bar{2}01)$	—	—	—	25 44	—
$r'a = (\bar{2}01):(\bar{1}00)$	—	—	—	41 35	—
$r'c = (\bar{2}01):(00\bar{1})$	19	115 7 —115 32	115 16	115 24	8
$ap = (100):(110)$	—	—	—	35 4	—
$pp' = (110):(120)$	—	—	—	19 28	—

	Zahl der Messungen:	Grenzen:	Mittel beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$p'b$ = (120):(010)	—	—	—	35° 28′	—
pb = (110):(010)	6	54° 46′ — 55° 4′	54° 54′	54 56	2′
pp = (110):(1$\bar{1}$0)	19	69 55 — 70 21	70 7	*	—
pp = (110):($\bar{1}$10)	20	109 25 — 110 16	109 52	109 53	1
cq = (001):(011)	30	25 22 — 25 42	25 31	*	—
qb = (011):(010)	4	64 18 — 64 43	64 33	64 29	4
qq = (011):(01$\bar{1}$)	14	128 40 — 129 12	129 0	128 58	2
ao = (100):(111)	—	—	—	48 12	—
oq = (111):(011)	—	—	—	27 14	—
aq = (100):(011)	—	—	—	75 26	—
qo' = (011):($\bar{1}$11)	—	—	—	35 6	—
$o'a$ = ($\bar{1}$11):($\bar{1}$00)	—	—	—	69 28	—
co = (001):(111)	—	—	—	34 13	—
op = (111):(110)	—	—	—	42 36	—
cp = (001):(110)	37	76 34 — 76 57	76 49	*	—
po' = (110):(11$\bar{1}$)	16	57 52 — 58 34	58 10	58 14	4
$o'c$ = (11$\bar{1}$):(00$\bar{1}$)	17	44 35 — 45 21	45 0	44 57	3
pc = (110):(00$\bar{1}$)	36	102 59 — 103 39	103 11	103 11	0
bo = (010):(111)	—	—	—	70 37	—
os = (111):(101)	—	—	—	19 23	—
bo' = (010):($\bar{1}$11)	—	—	—	65 22	—
$o's$ = ($\bar{1}$11):($\bar{1}$01)	—	—	—	24 38	—
sq = (101):(011)	—	—	—	37 43	—
qp = (011):($\bar{1}$10)	36	87 24 — 88 3	87 39	87 37	2
ps = ($\bar{1}$10):($\bar{1}$0$\bar{1}$)	—	—	—	54 40	—
pq = ($\bar{1}$10):(0$\bar{1}\bar{1}$)	36	91 52 — 92 36	92 21	92 23	2
$s'q$ = ($\bar{1}$01):(011)	—	—	—	45 21	—
qp = (011):(110)	35	62 50 — 63 25	63 7	63 5	2
ps' = (110):(10$\bar{1}$)	—	—	—	71 34	—
pq = (110):(0$\bar{1}\bar{1}$)	35	116 35 — 117 11	116 53	116 55	2
$r'o'$ = ($\bar{2}$01):($\bar{1}$11)	11	34 42 — 35 15	34 58	35 2	4
$o'm$ = ($\bar{1}$11):(021)	1	—	36 56	36 54	2
mp = (021):(110)	1	—	55 47	55 49	2
$o'p$ = ($\bar{1}$11):(110)	12	92 32 — 92 58	92 48	92 43	5
pr' = (110):(20$\bar{1}$)	29	52 2 — 52 28	52 12	52 15	3
$r'p$ = ($\bar{2}$01):(110)	28	127 25 — 128 2	127 48	127 45	3

Gesammtzahl der Messungen: 464.

Die gemeinschaftliche Spaltbarkeit für diese Salzreihe, nach $r'\{\bar{2}01\}$, ist vortrefflich entwickelt.

Volum.

Specifisches Gewicht. Vier Bestimmungen mit unabhängigem Materiale lieferten die folgenden Resultate:

Angewandte Salzmenge:	Spec. Gew. bei 20°/4°
5,2958 g	3,1148
5,5387 -	3,1175
5,1525 -	3,1126
5,5317 -	3,1164
Mittel	3,1153

Molekularvolum. $\frac{M}{d} = \frac{724,0}{3,1153} = 232,40.$

Topische Axenverhältnisse. Die Verbindung dieses Molekularvolums mit dem schon gegebenen Axenwinkel und den Axenverhältnissen führt zu den folgenden topischen Axenverhältnissen:

$$\chi : \psi : \omega = 6,3860 : 8,7311 : 4,3402.$$

Optische Eigenschaften.

Die optische Axenebene ist wieder die Symmetrieebene. Das Zeichen der Doppelbrechung ist ebenfalls noch positiv, wie bei dem Kalium- und dem Rubidiumsalz.

Stauroskopische Beobachtungen mit zwei Schnittplatten, parallel der Symmetrieebene geschliffen, gaben die folgenden Auslöschungswinkel in Bezug auf die Normale zur Basis:

Platte 1	6° 7′
- 2	5 26
Mittel	5° 46′

Die Schwingungsrichtung liegt auf der vorderen Seite der Normale, näher an der geneigten morphologischen Axe a. Diese Axe der Indicatrix ist die zweite Mittellinie.

Die erste Mittellinie liegt daher im spitzen Winkel der morphologischen Axen ac und ist 5° 46′ zu der Axe a geneigt. Die zweite Mittellinie liegt im stumpfen Winkel ac und ist 21° 57′ zu der verticalen Axe c geneigt.

Brechungsexponenten. Die Resultate der Bestimmungen der Brechungsexponenten mit sechs Prismen, aus Krystallen verschiedener Krystallisationen geschliffen, werden in der Tabelle S. 17 gegeben.

Der mittlere Exponent β, für das Vacuum corrigirt, wird bis in die Nähe von F für irgend eine Wellenlänge λ durch die folgende Formel ausgedrückt:

$$\beta = 1,5187 + \frac{704232}{\lambda^2} - \frac{2877600000000}{\lambda^4} + \cdots$$

Die α-Exponenten werden mit gleicher Genauigkeit ausgedrückt, wenn man die Constante 1,5187 um 0,0036 vermindert; wegen grösserer Dispersion werden die γ-Werthe mit etwas niedrigerer Genauigkeit gegeben, wenn man die Constante um 0,0050 vergrössert.

Veränderung der Refraction durch Temperaturerhöhung. Messungen bei 60° lehrten, dass die Brechungsexponenten für 45° Temperaturerhöhung (15°—60°) um 0,0015 vermindert werden.

Brechungsexponenten von *CsZn*-Selenat.

Index	Licht	Prisma 1	Prisma 2	Prisma 3	Prisma 4	Prisma 5	Prisma 6	Mittlerer Brech.-Exp.
α	*Li*	—	1,5285	1,5287	1,5296	1,5293	—	**1,5290**
Schwingungs-	*C*	—	1,5290	1,5292	1,5302	1,5298	—	**1,5295**
richtung	*Na*	—	1,5321	1,5323	1,5332	1,5327	—	**1,5326**
parallel der	*Tl*	—	1,5353	1,5356	1,5362	1,5360	—	**1,5358**
zweiten	*F*	—	1,5395	1,5396	1,5404	1,5402	—	**1,5399**
Mittellinie	*G*	—	1,5454	1,5456	1,5464	1,5461	—	**1,5459**
β	*Li*	1,5323	—	1,5326	—	1,5327	1,5328	**1,5326**
Schwingungs-	*C*	1,5327	—	1,5332	—	1,5332	1,5334	**1,5331**
richtung	*Na*	1,5359	—	1,5361	—	1,5364	1,5365	**1,5362**
parallel der	*Tl*	1,5391	—	1,5396	—	1,5395	1,5395	**1,5394**
Symmetrie-	*F*	1,5432	—	1,5434	—	1,5437	1,5437	**1,5435**
axe *b*	*G*	1,5491	—	1,5497	—	1,5496	1,5498	**1,5495**
γ	*Li*	1,5371	1,5371	—	1,5381	—	1,5376	**1,5375**
Schwingungs-	*C*	1,5377	1,5377	—	1,5385	—	1,5381	**1,5380**
richtung	*Na*	1,5409	1,5408	—	1,5418	—	1,5411	**1,5412**
parallel der	*Tl*	1,5443	1,5444	—	1,5451	—	1,5445	**1,5446**
ersten	*F*	1,5484	1,5486	—	1,5493	—	1,5488	**1,5488**
Mittellinie	*G*	1,5544	1,5547	—	1,5554	—	1,5549	**1,5549**

Axen des optischen Ellipsoids. Diese Werthe sind wie folgt:

Axen der optischen Indicatrix:

$$\alpha : \beta : \gamma = 0,9977 : 1 : 1,0033.$$

Axen des optischen Velocitätsellipsoids:

$$\mathfrak{a} : \mathfrak{b} : \mathfrak{c} = 1,0024 : 1 : 0,9968.$$

Molekulare optische Constanten. Diese sind wie folgt:

Axe der Indicatrix:		α	β	γ
Specifische Refraction $\frac{n^2-1}{(n^2+2)d} = \mathfrak{n}$	*C.*	0,0991	0,0996	0,1004
	G.	0,1016	0,1022	0,1030
Molekulare Refraction $\frac{n^2-1}{n^2+2} \cdot \frac{M}{d} = \mathfrak{m}$	*C.*	71,73	72,14	72,69
	G.	73,58	73,98	74,58
Specifische Dispersion $\mathfrak{n}_G - \mathfrak{n}_C$		0,0025	0,0026	0,0026
Molekulare Dispersion $\mathfrak{m}_G - \mathfrak{m}_C$		1,85	1,84	1,89
Molekulare Refraction $\frac{n-1}{d}M$	*C.*	123,06	123,89	125,03

Optischer Axenwinkel. Der optische Axenwinkel in Luft $2E$ ist so gross, dass er nur mit Schwierigkeit messbar ist. Wegen der verhältnissmässig geringen Doppelbrechung sämmtlicher Salze dieser Reihe müssen die Schnittplatten eine Dicke von einem Millimeter haben, um kleine Ringe und scharfe Hyperbeln zu liefern. Zwei der erhaltenen Schnittplatten lieferten allein zuverlässige Resultate; die anderen zwei waren vortrefflich für die Messung von $2H_a$, hatten aber die nothwendige relative Breite nicht, um die Hyperbeln in Luft hinreichend klar zu zeigen.

Bestimmung des scheinbaren Winkels von *CsZn*-Selenat.

Licht:	Platte 1	Platte 2	Mittel $2E$
Li	162° 50′	165° 20′	164° 5′
C	163 12	165 33	164 22
Na	165 43	166 30	166 6
Tl	168 21	167 23	167 52

Für Blau wurden keine Messungen erhalten, weil der Winkel zu gross war, um zu erlauben, die Hyperbeln mit Sicherheit einzustellen.

Bestimmung des wahren optischen Axenwinkels von *CsZn*-Selenat.

Licht:	Nr. der Platte senkr. zur ersten Mittellinie:	Beobachtet $2H_a$	Nr. der Platte senkr. zur zweiten Mittellinie:	Beobachtet $2H_o$	Berechnet $2V_a$	Mittel $2V_a$
Li	1	76° 27′	1a	87° 33′	83° 37′	83° 33′
	2	76 12	2a	87 28	83 30	
	3	76 15	3a	87 30	83 31	
	4	76 20	4a	87 30	83 34	
C	1	76 23	1a	87 32	83 34	83 30
	2	76 6	2a	87 27	83 27	
	3	76 9	3a	87 29	83 28	
	4	76 14	4a	87 28	83 32	
Na	1	75 43	1a	87 26	83 12	83 6
	2	75 26	2a	87 23	83 4	
	3	75 25	3a	87 27	83 1	
	4	75 29	4a	87 24	83 5	
Tl	1	75 1	1a	87 18	82 50	82 43
	2	74 47	2a	87 18	82 41	
	3	74 49	3a	87 24	82 39	
	4	74 49	4a	87 20	82 41	
F	1	74 17	1a	87 9	82 26	82 14
	2	73 53	2a	87 11	82 10	
	3	73 55	3a	87 21	82 6	
	4	74 0	4a	87 14	82 12	

Es geht klar aus der Tabelle hervor, dass die Dispersion der optischen Axen beträchtlich grösser ist, als im Falle des Kalium- und des Rubidiumsalzes.

Um ihre Natur und auch die Dispersion der Mittellinien zu bestimmen, suchte Verf. nach einer Flüssigkeit, deren Refraction dieselbe wie diejenige der Krystalle und welche ohne Wirkung auf dieselben wäre. Reine Methylsalicylsäure erfüllt diese Bedingungen, und es wurden daher die Interferenzbilder, welche von Platten senkrecht zur ersten Mittellinie geliefert wurden, beobachtet, während die Platten in jener Flüssigkeit eingetaucht waren. Messungen im *C*- und *F*-Lichte gaben Winkel, welche beinahe identisch mit denjenigen waren, welche aus $2H_a$ und $2H_o$ für Platten in Monobromnaphtalin (wie sie in der Tabelle gegeben sind) berechnet worden sind; sie zeigten auch dieselbe Ordnung und denselben Betrag der Dispersion.

Vier Paare von Schnittplatten wurden bei diesem Salze angewandt, weil nach der Herstellung der gewöhnlichen drei gefunden wurde, dass nur eine von denen senkrecht zur ersten Mittellinie zuverlässige Resultate für $2E$ lieferte; also stellte man noch ein anderes Paar her, mit besonderer Rücksicht, um den Winkel in Luft noch einmal zu erhalten.

Dispersion der Mittellinien. Wenn man den wahren Winkel in Methylsalicylsäure im weissen Lichte beobachtet, sieht man die Hyperbeln nach dem folgenden Schema gefärbt:

blau | roth Erste Mittellinie roth | blau.

Der Winkel ist also unzweideutig am grössten für Roth. Wenn man die Platte so anordnet, dass der stumpfe Winkel der morphologischen Axen *ac* links ist, so findet man, dass die optische Axe rechts zwischen *C*- und *Tl*-Licht um 10′ weniger dispergirt ist, als die linke Axe. Also sind die Mittellinien so dispergirt, dass die erste Mittellinie für Roth um 5′ näher der morphologischen Axe *a* liegt, als für Grün.

Wirkung einer Temperaturerhöhung auf den optischen Axenwinkel. Mehrere Messungen von $2E$ mit der besten der Platten, bei 60°, zeigten, dass der Winkel in Luft für 50° Temperaturerhöhung ungefähr um 3° abnimmt.

Vergleichung der Zink enthaltenden Salze.

Die morphologischen Winkel sind in der folgenden Tabelle verglichen.

Man wird daraus ersehen, dass der Axenwinkel β des Rubidium-Zinksalzes ungefähr das Mittel der Axenwinkel von Kalium-Zinkselenat und Cäsium-Zinkselenat ist. Ferner, in 33 Fällen von 36 verglichenen Winkeln, liegt der Werth für das Rubidium-Zinksalz zwischen den Werthen für das Kalium-Zinkselenat und für das Cäsium-Zinksalz. Die Differenzen sind so

gross, im Verhältniss zu den möglichen Versuchsfehlern, dass sogar die etwas beträchtlichen Abweichungen zwischen den beobachteten und berechneten Werthen im Falle des Rubidium-Zinkselenats, der etwas geringeren Vollkommenheit der Krystalle dieses Salzes wegen, gar keinen Einfluss auf diese Schlussfolgerung ausüben. Die in ( ) eingeschlossenen Minutenzahlen in der Tabelle sind die beobachteten Werthe in solchen Fällen, bei welchen die Differenz zwischen »beobachtet« und »berechnet« eine bemerkbare ist.

Die drei Ausnahmen, $s'q$, $o'p$ und pr', sind bloss das Resultat der Veränderungen von entgegengesetzten Zeichen in den anliegenden Winkeln, und in jedem Falle folgen andere Winkel derselben Zone der Regel. Die beiden letzten Ausnahmen wurden gewöhnlich auch bei den Doppelsulfaten beobachtet.

Die Winkeländerung, wenn man von einem Salze zu einem anderen übergeht, steht in der Regel nicht direct im Verhältniss zu der Veränderung des Atomgewichtes des Alkalimetalles. Unter den Hauptwinkeln zeigt die Prismenzone die grösste Abweichung von directer Proportionalität; die Veränderungen in ap oder bp sind wie $1 : 2\frac{1}{2}$.

Die morphologischen Axenverhältnisse werden am Fusse der Winkeltabelle verglichen. Es geht klar daraus hervor, dass die Verhältnisse für das Rubidium-Zinksalz zwischen denjenigen des Kalium- und des Cäsium-Zinksalzes liegen. Die durch Vertauschung der Alkalimetalle hervorgebrachte Aenderung der Verhältnisse ist klein und überschreitet nicht ein Fünfzigstel zwischen Kalium und Cäsium.

Vergleichung der morphologischen Winkel der Zink enthaltenden Salze.

Winkel:	Kaliumsalz:	Diff.:	Rubidium-salz:	Diff.:	Cäsium-salz:
$ac = (100):(001)$	75° 48′	—64′	74° 44′	—55′	73° 49′
$as = (100):(101)$	46 19	—32	45 47	—44	45 3
$sc = (101):(001)$	29 29	—	28 57	—	28 46
$cr' = (001):(\bar{2}01)$	63 12 (15)	+30	63 42 (53)	+54	64 36
$cs' = (001):(\bar{1}01)$	38 22	—	38 24	—	38 52
$s'r' = (\bar{1}01):(\bar{2}01)$	24 50	+28	25 18	+26	25 44
$r'a = (\bar{2}01):(\bar{1}00)$	41 0	—	41 34	—	41 35
$ap = (100):(110)$	35 52	—14	35 38	—34	35 4
$pp' = (110):(120)$	19 28	—	19 28	—	19 28
$p'b = (120):(010)$	34 40	+14	34 54	+34	35 28
$pb = (110):(010)$	54 8	—	54 22	—	54 56
$cq = (001):(011)$	26 8	—18	25 50	—19	25 31
$qb = (011):(010)$	63 52	—	64 10	—	64 29

Winkel:	Kaliumsalz:	Diff.:	Rubidiumsalz:	Diff.:	Cäsiumsalz:
$ao = (100):(111)$	49° 35′	—36′	48° 59′	—47′	48° 12′
$oq = (111):(011)$	27 42	—	27 19	—	27 14
$aq = (100):(011)$	77 17	—59	76 18	—52	75 26
$qo' = (011):(\bar{1}11)$	34 31	—	34 37	—	35 6
$o'a = (\bar{1}11):(\bar{1}00)$	68 12	+53	69 5	+23	69 28
$co = (001):(111)$	35 11	—37	34 34	—21	34 13
$op = (111):(110)$	43 21	—	43 5	—	42 36
$cp = (001):(110)$	78 32	—53	77 39	—50	76 49
$po' = (110):(11\bar{1})$	56 50	—	57 43	—	58 14
$o'c = (11\bar{1}):(00\bar{1})$	44 38	0 (+7)	44 38 (45)	+19 (12)	44 57
$bo = (010):(111)$	69 51	+22	70 13	+24	70 37
$os = (111):(101)$	20 9	—	19 47	—	19 23
$bo' = (010):(\bar{1}11)$	65 10	+4	65 14	+8	65 22
$o's' = (\bar{1}11):(\bar{1}01)$	24 50	—	24 46	—	24 38
$sq = (101):(011)$	38 36	—34	38 2	—19	37 43
$qp = (011):(\bar{1}10)$	85 26	+64	86 30	+67	87 37
$ps = (\bar{1}10):(\bar{1}0\bar{1})$	55 58	—	55 28	—	54 40
$s'q = (\bar{1}01):(011)$	45 15	—	45 8	—	45 21
$qp = (011):(110)$	64 7	—37	63 30	—25	63 5
$ps' = (110):(10\bar{1})$	70 38	+44	71 22	+12	71 34
$r'o' = (\bar{2}01):(\bar{1}11)$	34 33	+16	34 49	+13	35 2
$o'p = (\bar{1}11):(110)$	93 10	—	92 39	—	92 43
$pr' = (110):(20\bar{1})$	52 17	+15 (4)	52 32 (21)	—17 (6)	52 15

Vergleichung der morphologischen Axenverhältnisse.

Für *KZn*-Selenat $a : b : c = 0{,}7458 : 1 : 0{,}5073$
- *RbZn* - $= 0{,}7431 : 1 : 0{,}5019$
- *CsZn* - $= 0{,}7314 : 1 : 0{,}4971.$

Der Habitus der drei Salze lässt eine progressive Veränderung klar erkennen. Das Kalium-Zinksalz ist durch einen nach der Prismenzone dickprismatischen Habitus charakterisirt und durch verhältnissmässig grosse Flächen der Basis. Das Cäsium-Zinksalz ist durch einen anderen prismatischen Habitus charakterisirt, bei welchem die Prismenflächen diejenigen des Klinodomas $q\{011\}$ sind, und die Flächen der Basis gewöhnlich auf einen Streifen reducirt sind. Am Rubidiumsalz wurden alle Zwischenstadien zwischen diesen Gestalten beobachtet, und die grösste Zahl der untersuchten Krystalle zeigten einen Habitus, welcher ungefähr in der Mitte lag und also durch mittlere Entwickelung der Basis und gleiche Ausbildung der Prismen- und Klinodomenzone charakterisirt war.

Die drei Salze besitzen eine gemeinschaftliche Spaltungsebene, nämlich parallel dem Orthodoma $r'\{\bar{2}01\}$.

Die specifischen Gewichte der drei Salze sind verglichen:

KZn-Selenat	2,5537	Diff.	0,3067
RbZn -	2,8604	-	0,2549
CsZn -	3,1153		

Die Zunahme des specifischen Gewichtes, welche die Steigerung des Atomgewichtes begleitet, ist grösser für die Ersetzung von Kalium durch Rubidium, als für die Vertauschung von Cäsium und Rubidium, in dem Verhältnisse 5 : 4.

Dieses ist genau dasselbe Verhältniss, wie es bei den Doppelsulfaten beobachtet worden ist. Die Ersetzung von Schwefel durch Selen ist aber von einer Verminderung der wirklichen Differenzen begleitet. Die Differenz zwischen den specifischen Gewichten von Kalium-Zink- und Rubidium-Zinksulfat ist 0,343 und zwischen denjenigen des letzten Salzes und des Cäsium-Zinksulfates 0,283.

Die molekularen Volumina sind in der nächsten Tabelle verglichen:

KZn-Selenat	210,13	Diff.	9,77
RbZn -	219,90	-	12,50
CsZn -	232,40		

Die verhältnissmässige Zunahme der Molekularvolumina für die zwei Ersetzungen ist sehr ähnlich derjenigen, welche bei den Zink enthaltenden Doppelsulfaten gefunden worden ist, bei welchen die Differenzen 9,52 resp. 12,68 waren.

Die topischen Axenverhältnisse sollen zunächst verglichen werden:

	χ	Diff.:	ψ	Diff.:	ω	Diff.:
KZn-Selenat	6,1941		8,3054		4,2133	
		1121		1809		460
RbZn -	6,3062		8,4863		4,2593	
		798		2448		809
CsZn -	6,3860		8,7311		4,3402	
		1919		4257		1269

Man kann diese Verhältnisse vereinfachen, indem man ψ für *KZn*-Selenat als Einheit für alle drei Salze annimmt. Diese vereinfachten Verhältnisse sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

	χ	Diff.:	ψ	Diff.:	ω	Diff.:
KZn-Selenat	0,7458		1		0,5073	
		135		218		55
RbZn -	0,7593		1,0218		0,5128	
		96		295		98
CsZn -	0,7689		1,0513		0,5226	
		231		513		153

Die Hauptschlussfolgerung, welche aus diesen topischen Axenverhält-

nissen abgeleitet werden kann, ist, dass eine Zunahme der gegenseitigen Entfernung der Centren der Structureinheiten längs aller drei Axenrichtungen stattfindet, wenn sich das Atomgewicht des Alkalimetalles vergrössert, und dass die maximale Zunahme längs der Symmetrieaxe eintritt, während die minimale der Richtung der verticalen Krystallaxe entspricht. Diese Regel gilt auch bei den Zink enthaltenden Doppelsulfaten.

Die Orientirung der Axen der drei optischen Ellipsoide. Die klarste Vergleichung erhält man, indem man die Neigung zur verticalen morphologischen Axe c von derjenigen der zwei beweglichen Axen der optischen Indicatrix vergleicht, welche in der Nähe der Normale zur Basis liegt. Die dritte der rechtwinkeligen Ellipsoidaxen ist natürlich, nach monokliner Symmetrie, unbeweglich und mit der Symmetrieaxe b in der Richtung identisch. Die erwähnte bewegliche Axe der Indicatrix ist die zweite Mittellinie für alle drei Salze und ist zugleich die Axe α. Ihre Neigungswinkel gegen die Basisnormale sind in der folgenden Tabelle gegeben.

Neigungswinkel der Axe α der Indicatrix gegen die verticale Axe c.

Für *KZn*-Selenat	9° 9′		
- *RbZn* -	13 13	Diff.	4° 4′
- *CsZn* -	21 57	-	8 44

Dieselbe interessante Thatsache, welche bei den Doppelsulfaten beobachtet worden ist, ist auch hier für die Zink enthaltenden Doppelselenate offenbar gemacht, nämlich, dass die optische Indicatrix sich um die Symmetrieaxe dreht, wenn das Atomgewicht des Alkalimetalles fortschreitet. Die mittlere Stellung des Ellipsoids bei dem Rubidium-Zinksalz ist, wie es gemeinschaftlich für alle Gruppen der Doppelsulfate gültig gefunden wurde, näher derjenigen des Kalium-Zinksalzes als derjenigen des Cäsiumsalzes, d. h. der Betrag der Drehung ist nicht direct porportional der Veränderung des Atomgewichtes; er variirt nach einer höheren Function des Atomgewichtes. Diese Drehung des Ellipsoids ist klar aus Fig. 2, Taf. I zu ersehen.

Die Brechungsexponenten sind in der folgenden Tabelle verglichen.

Vergleichungstabelle der Brechungsexponenten.

Index:	Licht:	*KZn*-Selenat:	*RbZn*-Selenat:	*CsZn*-Selenat:
α Schwingungsrichtung parallel der zweiten Mittellinie	*Li*	1,5087	1,5129	1,5290
	C	1,5092	1,5134	1,5295
	Na	1,5121	1,5162	1,5326
	Tl	1,5151	1,5194	1,5358
	F	1,5189	1,5233	1,5399
	G	1,5244	1,5288	1,5459

Index:	Licht:	*KZn*-Selenat:	*RbZn*-Selenat:	*CsZn*-Selenat:
β Schwingungsrichtung parallel der Symmetrieaxe *b*	*Li*	1,5146	1,5188	1,5326
	C	1,5151	1,5193	1,5331
	Na	1,5181	1,5222	1,5362
	Tl	1,5212	1,5253	1,5394
	F	1,5252	1,5293	1,5435
	G	1,5307	1,5351	1,5495
γ Schwingungsrichtung parallel der ersten Mittellinie	*Li*	1,5297	1,5294	1,5375
	C	1,5302	1,5299	1,5380
	Na	1,5335	1,5331	1,5412
	Tl	1,5369	1,5365	1,5446
	F	1,5410	1,5405	1,5488
	G	1,5471	1,5466	1,5549

Die beste Vergleichungsmethode ist wahrscheinlich, das Mittel aller drei Exponenten jedes Salzes für eine mittlere Wellenlänge zu nehmen. Solche Werthe für *Na*-Licht sind hier gegeben:

Mittlerer Brechungsexponent von *KZn*-Selenat für *Na*-Licht	1,5212	
- - - *RbZn* - - -	1,5238	Diff. 26
- - - *CsZn* - - -	1,5367	- 129

Es geht klar aus diesen Zahlen hervor, dass die mittlere Refraction des Rubidiumsalzes zwischen derjenigen des Kalium- und des Cäsiumsalzes liegt, dass aber die Ersetzung von Kalium durch Rubidium von einer geringeren Veränderung der Refraction als die Ersetzung des letzteren durch Cäsium begleitet wird. Eine ähnliche Thatsache ist bei jeder Gruppe der Doppelsulfate beobachtet worden. Im Falle der Zink enthaltenden Sulfate waren die mittleren Exponenten für das Kalium-, Rubidium- und Cäsiumsalz 1,4859 resp. 1,4897 und 1,5054, die Differenzen also 38 und 157. Während sonach die Ersetzung von Schwefel durch das schwerere Selen von einer Zunahme der Refraction begleitet ist, d. h. von vergrössertem Widerstande gegen die Fortpflanzung von Lichtwellen, ähnlich der Refractionszunahme, welche den Zuwachs des Atomgewichtes des Alkalimetalles begleitet, ist dagegen der Betrag der Veränderung, welche die Vertauschung der Alkalimetalle hervorbringt, nach der Ersetzung von Schwefel durch Selen vermindert. Dieses geht klar aus den kleineren Differenzen bei den Doppelselenaten hervor. Auch ist das Verhältniss der Differenzen für die beiden Ersetzungen (von *Rb* für *K* und *Cs* für *Rb*) etwas verändert; für die Doppelselenate ist es 1 : 5, für die Doppelsulfate 1 : 4.

Den Betrag der Doppelbrechung, gegeben durch die Differenz zwischen α- und γ-Exponenten jedes Salzes für dieselbe Wellenlänge, zeigen die folgenden Zahlen:

Vergleichung der Doppelbrechung, $Na_{\gamma-\alpha}$.

Für *KZn*-Selenat	0,0214	
- *RbZn* -	0,0169	Diff. 45
- *CsZn* -	0,0086	- 83

Es ergiebt sich hieraus, dass die Doppelbrechung sich mit zunehmender Schnelligkeit vermindert, wenn das Atomgewicht des Alkalimetalles zunimmt, und es ist wichtig zu bemerken, dass der Betrag dieser Veränderung beinahe doppelt so viel beträgt, als derjenige der mittleren Zunahme der Refraction im Falle der Ersetzung von Kalium durch Rubidium (45 : 26), denn hierin liegt die Erklärung der Thatsache, dass, während die mittleren Brechungsexponenten das schon angedeutete Fortschreiten zeigen, wie es auch klar aus den in der Tabelle gegebenen Werthen der α- und β-Exponenten hervorgeht, doch die γ-Exponenten des Rubidiumselenates beinahe identisch mit den γ-Exponenten des Kaliumsalzes und sogar ein wenig kleiner als diese sind.

Diese Beziehungen des Refractionsvermögens der drei Salze werden deutlich durch die Axenverhältnisse des optischen Ellipsoids ausgedrückt, welche unten verglichen sind, und noch klarer durch die ausgezogenen Curven in Fig. 3, Taf. I, welche dieselben graphisch darstellen.

Vergleichung des optischen Ellipsoids.

	Optische Indicatrix: α : β : γ	Doppelbrechung:
KZn-Selenat	0,9960 : 1 : 1,0101	141
RbZn -	0,9961 : 1 : 1,0072	111
CsZn -	0,9977 : 1 : 1,0033	56

Optisches Velocitätsellipsoid:

	a : b : c	
KZn-Selenat	1,0040 : 1 : 0,9900	140
RbZn -	1,0039 : 1 : 0,9929	110
CsZn -	1,0024 : 1 : 0,9968	56

Vergleichung der optischen Indicatrix, wenn $\beta_{KZn} = 1$.

	α		β		γ	
KZn-Selenat	0,9960	:	1	:	1,0101	
	28		27		2	
RbZn -	0,9988	:	1,0027	:	1,0099	
	108		92		53	
CsZn -	1,0096	:	1,0119	:	1,0152	

Die letzte Reihe von Verhältnissen zeigt die gesammte Veränderung des Ellipsoids, wenn man von einem Salze zu einem anderen übergeht, und die Zahlen sind erhalten worden, indem man die Anfangslänge der β-Axe als Einheit betrachtete, d. h. seine Länge bei dem Kaliumsalze. Sie sind graphisch durch die punktirten Curven in Fig. 3, Taf. I ausgedrückt.

Die Axenverhältnisse der optischen Indicatrix oder ihres Polarreciproks, des optischen Velocitätsellipsoids, für Rubidium-Zinkselenat liegen zwischen denjenigen für Kalium-Zink- und Cäsium-Zinkselenat. Die Ersetzung von Rubidium durch Cäsium wird von einer viel grösseren Veränderung der Verhältnisse begleitet, als diejenige von Kalium durch Rubidium, was darauf hinweist, dass die Veränderung der Dimensionen des Ellipsoids eine Function des Atomgewichtes darstellt, welche von höherer als erster Ordnung ist. Ferner muss man sich erinnern, dass die Indicatrix sich während dieser Dimensionsveränderungen zugleich um die Symmetrieaxe dreht.

Eine bemerkenswerthe kleinere Veränderung tritt in der Länge der γ-Axe ein, als in derjenigen der zwei anderen Axen der Indicatrix, wenn man die gesammte Veränderung betrachtet; dieses wird klar durch die geringere Ausdehnung der entsprechenden punktirten Curven gezeigt. Wenn man die relative Veränderung allein betrachtet, beobachtet man das Entgegengesetzte, denn die Veränderung längs γ ist die maximale, und die Ausdehnung der entsprechenden ausgezogenen Curve die grösste. Die Beziehungen der drei Axen für irgend ein Salz bestimmen die Grösse des optischen Axenwinkels für jedes Salz, und die Thatsache, dass die Stellungen für das Rubidiumsalz in der Mitte liegen, deutet auf einen mittleren optischen Axenwinkel für dieses Salz hin, eine Vermuthung, welche sich später erfüllt zeigen wird.

Die Verminderung der Doppelbrechung beim Steigen des Atomgewichtes des Alkalimetalles wird klar von beiden Reihen von Verhältnissen, wie durch die Convergenz der Curven gezeigt.

Die optischen Axenwinkel sind in der begleitenden Tabelle verglichen.

Vergleichung der optischen Axenwinkel $2V_a$.

Licht:	*KZn*-Selenat:	*RbZn*-Selenat:	*CsZn*-Selenat:
Li	66° 12′	75° 16′	83° 33′
C	66 13	75 14	83 30
Na	66 15	75 8	83 6
Tl	66 17	75 2	82 43
F	66 20	74 55	82 14

Es ist zu bemerken, dass der optische Axenwinkel von Rubidium-Zinkselenat beinahe genau das Mittel der optischen Axenwinkel von Kalium-Zink- und Cäsium-Zinkselenat ist.

Die Symmetrieebene ist die gemeinschaftliche Ebene der optischen Axen.

Die Doppelbrechung ist positiv für alle drei Salze, und die Anordnung der Mittellinien ist ebenfalls identisch, aber natürlich der schon erwähnten Drehung des gesammten Ellipsoids unterworfen. Die erste Mittellinie ist für jedes Salz jene Axe des Ellipsoids, welche zwischen den Flächennormalen

zu $a\{100\}$ und $r'\{20\bar{1}\}$ liegt, und die zweite Mittellinie die Axe, welche in der Nähe der Normale zu $c\{001\}$ liegt.

Die folgenden Veränderungen der optischen Axenwinkel in Luft, $2E$, wurden nachgewiesen, als man die Krystalle der drei Salze um 50° über die gewöhnliche Temperatur erhitzte: Beim Kalium-Zinkselenate nimmt $2E$ um $2\frac{1}{2}°$ zu, beim Rubidium-Zinkselenate nur um 30', und beim Cäsium-Zinkselenate nimmt $2E$ um 3° ab. Es ist hier ein offenbares Fortschreiten nach der Ordnung der Atomgewichte der Alkalimetalle von $+2\frac{1}{2}°$ zu $-3°$, während das Rubidiumsalz, welches das Metall von mittlerem Atomgewichte enthält, beinahe keine Veränderung zeigt. Jede Gruppe der Doppelsulfate zeigte ein ähnliches Fortschreiten.

Es bleiben jetzt nur noch die molekularen optischen Constanten zu vergleichen.

Specifische Refraction $\frac{n^2-1}{(n^2+2)d} = \mathfrak{n}$.

	Für Strahl $C(H_\alpha)$			Für Strahl H_γ nahe bei G		
	α	β	γ	α	β	γ
KZn-Selenat	0,1170	0,1181	0,1210	0,1199	0,1211	0,1242
	119	119	130	121	122	134
$RbZn$ -	0,1051	0,1062	0,1080	0,1078	0,1089	0,1108
	60	66	76	62	67	78
$CsZn$ -	0,0991	0,0996	0,1004	0,1016	0,1022	0,1030

Molekulare Refraction $\frac{n^2-1}{n^2+2} \cdot \frac{M}{d} = \mathfrak{m}$.

	Für Strahl $C(H_\alpha)$			Für Strahl H_γ nahe bei G		
	α	β	γ	α	β	γ
KZn-Selenat	62,76	63,37	64,93	64,33	64,98	66,65
	3,37	3,40	2,99	3,47	3,49	3,05
$RbZn$ -	66,13	66,77	67,92	67,80	68,47	69,70
	5,60	5,37	4,77	5,78	5,51	4,88
$CsZn$ -	71,73	72,14	72,69	73,58	73,98	74,58

Specifische Dispersion $\mathfrak{n}_G - \mathfrak{n}_C$.

	α	β	γ
KZn-Selenat	0,0029	0,0030	0,0032
$RbZn$ -	0,0027	0,0027	0,0028
$CsZn$ -	0,0025	0,0026	0,0026

Molekulare Dispersion $\mathfrak{m}_G - \mathfrak{m}_C$.

	α	β	γ
KZn-Selenat	1,57	1,61	1,72
$RbZn$ -	1,66	1,70	1,78
$CsZn$ -	1,85	1,84	1,89

Molekulare Refraction (Gladstone) $\frac{n-1}{d} M.$

	α		β		γ	
KZn-Selenat	107,00		108,24		111,41	
		5,90		5,96		5,12
RbZn -	112,90		114,20		116,53	
		10,16		9,69		8,50
CsZn -	123,06		123,89		125,03	

Aus den vorstehenden Vergleichungstabellen gehen die folgenden Thatsachen klar hervor:

Die gesammten specifischen und molekularen optischen Constanten von Rubidium-Zinkselenat liegen zwischen denjenigen des Kalium- und des Cäsium-Zinkselenates. Was die specifische Refraction und Dispersion betrifft, so tritt Verminderung ein, wenn das Atomgewicht des Alkalimetalles steigt, und diese ist zweimal so viel, wenn Kalium durch Rubidium ersetzt, als wenn Rubidium durch Cäsium ersetzt wird. Die maximale Verminderung findet längs der γ-Axe der Indicatrix statt; diejenige längs der zwei anderen Richtungen ist ungefähr gleich.

Die molekulare Refraction und Dispersion nehmen mit steigendem Atomgewichte des Alkalimetalles zu, und mit zunehmender Schnelligkeit. Die relativen Beträge für die beiden Ersetzungen sind 3 : 5, und was die Richtungen betrifft, so ist die Veränderung längs der γ-Axe die minimale, während die Veränderungen längs der zwei anderen Richtungen ungefähr gleich sind.

Die Regeln über specifische und molekulare Refraction sind unabhängig von der Wellenlänge, ob sie mit Hülfe der Formel von Lorenz oder von Gladstone und Dale berechnet sind. Sie sind ferner unabhängig von der Temperatur, denn es ist gezeigt worden, dass die Refraction jedes Salzes durch Temperaturerhöhung vermindert wird, und das specifische Gewicht, der andere Factor in der Berechnung, wird natürlich in ähnlicher Weise durch Temperaturerhöhung verändert.

Wenn man die Tabelle der molekularen Constanten für die Doppelselenate mit denjenigen für die Zink enthaltenden Doppelsulfate vergleicht, so bemerkt man, dass die Ersetzung von Schwefel durch Selen von einer Zunahme der molekularen Refraction um 7,0—7,4 Lorenz'sche Einheiten oder 13,0—13,9 Gladstone'sche Einheiten für den Strahl C nach der Richtung, welche man für die Vergleichung annimmt, begleitet wird. Da es sich um zwei Atome handelt, ist der Werth der Zunahme für ein Atom 3,5—3,7 Lorenz'sche Einheiten oder 6,5—6,9 Gladstone'sche Einheiten. Es ist interessant zu ersehen, dass die Werthe, welche aus der Vergleichung der einfachen Sulfate und Selenate abgeleitet worden sind, 3,4—3,8 und 6,2—7,2 waren. Also sind die Mittelwerthe, welche aus Vergleichungen

der einfachen Salze und der Zinkgruppe der Doppelsalze abgeleitet worden sind, identisch.

Die Beträge der Zunahme der molekularen Refraction, welche durch die Ersetzung von Kalium durch Rubidium resp. des letzteren durch Cäsium hervorgebracht wird, sind praktisch dieselben für die beiden Zink enthaltenden Doppelsulfat- und Doppelsenatgruppen.

Die specifischen und molekularen Dispersionen der Zinkdoppelselenate sind höher als diejenigen der Zinkdoppelsulfate.

Eine Zusammenfassung der Resultate soll bis zur Vollendung von ähnlichen Untersuchungen über andere Gruppen dieser Selenatreihe aufgeschoben werden, nach welcher eine gemeinschaftliche Zusammenfassung gegeben werden wird.

In der nächsten Mittheilung sollen die Salze der Magnesiumgruppe beschrieben werden.

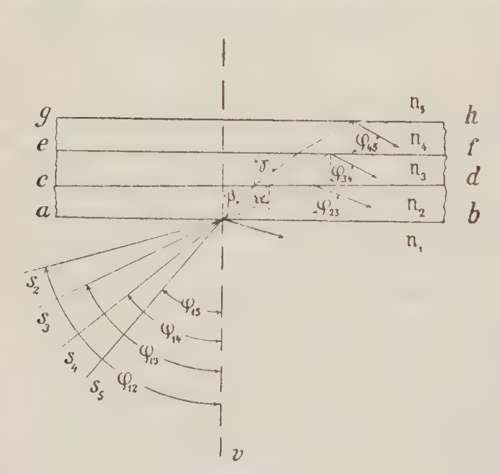
II. Die Methoden der Totalreflexion bei mehreren übereinander gelegten Schichten.

Von

C. Viola in Rom.

(Mit 1 Textfigur.)

Fassen wir ein System von Substanzen n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 in's Auge, deren Brechungsindices ebenfalls durch dieselben Buchstaben n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 bezeichnet werden mögen. Sie sind, einander eng berührend, übereinander gelegt. Die Trennungsflächen dieser aufeinander folgenden Substanzen sind die Ebenen ab, cd, ef, gh. Die resp. Winkel der Totalreflexion sind alsdann durch folgende Ausdrücke gegeben:



$$\sin \varphi_{12} = \frac{n_2}{n_1},$$

$$\sin \varphi_{13} = \frac{n_3}{n_1},$$

$$\sin \varphi_{14} = \frac{n_4}{n_1},$$

$$\sin \varphi_{15} = \frac{n_5}{n_1}.$$

Wird angenommen $n_1 > n_2 > n_3 > n_4 > n_5$, so folgt natürlich $\varphi_{12} > \varphi_{13} > \varphi_{14} > \varphi_{15}$. Da φ_{15} den Winkel der Totalreflexion zwischen der Substanz n_1 und der Substanz n_5 bedeutet, so folgt, dass die Grenze der Totalreflexion an der Fläche gh der Winkel φ_{45} sein wird, wo

$$\sin \varphi_{45} = \frac{n_5}{n_4}$$

ist.

Nun haben wir

$$\sin\gamma = \sin\varphi_{45}\frac{n_4}{n_3} = \frac{n_5}{n_3}$$

und ferner

$$\sin\beta = \sin\gamma\frac{n_3}{n_2} = \frac{n_5}{n_2},$$

folglich:

$$\sin\varphi_{15} = \sin\beta\frac{n_2}{n_1} = \frac{n_5}{n_1}.$$

Analog ist φ_{14} die Grenze der Totalreflexion zwischen der Substanz n_1 und der Substanz n_4; somit erfolgt die Totalreflexion an der Fläche ef unter dem Grenzwinkel φ_{34}, wobei

$$\sin\varphi_{34} = \frac{n_4}{n_3} \quad \text{ist.}$$

Und da $$\sin\alpha = \sin\varphi_{34}\frac{n_3}{n_2} = \frac{n_4}{n_2},$$

so folgt: $$\sin\varphi_{14} = \sin\alpha\frac{n_2}{n_1} = \frac{n_4}{n_1}, \quad \text{u. s. w.}$$

Nehmen wir an, es seien alle Trennungsflächen ab, cd, ef, gh vollkommen glatt, und sehen wir, wie sich die Beleuchtung der einzelnen durch die Strahlen s_2, s_3, s_4, s_5 bestimmten Winkelfelder gestaltet. Alle in das Feld as_5 fallenden Lichtstrahlen werden total, und zwar von der Ebene gh reflectirt; dagegen werden die in die Region s_5v fallenden Lichtstrahlen theilweise gebrochen und abgelenkt; also bildet der Strahl s_5 die Grenze zwischen dem mehr beleuchteten Felde s_5a und dem weniger beleuchteten Felde s_5v. In dem Felde s_2s_5 wird sich keine Veränderung der Beleuchtung erweisen, denn wenn die in dem Felde as_4 befindlichen Strahlen von der Fläche cf total reflectirt werden, werden es auch alle in das Feld s_4s_5 fallenden Lichtstrahlen, zwar nicht von der Fläche cf, wohl aber von der Fläche gh, derart, dass jene Beleuchtung, welche in dem Felde as_4 vorhanden ist, auch in dem Felde s_4s_5 genau in gleicher Stärke auftritt. Die Grenze s_4 wird also nicht wahrnehmbar sein. Das Gleiche gilt auch für die Grenzen s_2, s_3.

Wir können daraus den Schluss ziehen, dass, wenn das System von Substanzen n_1, n_2, n_3, n_4, n_5 der soeben angegebenen Bedingung entspricht, nur die Grenze der Totalreflexion s_5 zwischen der Substanz n_1 und der Substanz n_5 zum Vorschein kommt, während die anderen Grenzen nicht entstehen.

Machen wir nun die Annahme, dass die ebene Fläche gh matt sei; wir werden in diesem Falle von der Grenze der Totalreflexion auf der Fläche gh nicht sprechen können, und somit fällt die Grenze s_5 weg.

Dagegen muss ein Beleuchtungsunterschied zwischen dem Felde as_4 und dem Felde $s_4 r$ auftreten, denn alle zwischen a und s_4 liegenden Lichtstrahlen werden total reflectirt, die in $s_4 r$ liegenden theilweise gebrochen und abgelenkt. Die Grenze s_4 wird somit deutlich erscheinen, während die Grenzen s_3 und s_2 aus den schon angegebenen Gründen verschwinden. Wird ferner angenommen, dass die Fläche ef matt sei, so wird die Grenze s_3 allein zum Vorschein kommen und sonst keine andere Grenze sichtbar sein, und so weiter.

Daraus lässt sich schliessen, dass wir Herr darüber sind, eine beliebige Grenze der Totalreflexion erscheinen zu lassen, wenn wir dafür sorgen, dass jene Fläche matt geschliffen wird, welche derjenigen unmittelbar nach oben folgt, die der Grenze der gewollten Totalreflexion entspricht.

Es ist jetzt leicht zu begreifen, was entstehen würde, wenn es sich nicht um vollkommen matte oder glatte Trennungsflächen handelt. Nehmen wir an, es sei die Fläche gh nicht vollkommen glatt, so wird also ein Theil der im Felde $s_4 s_5$ vorhandenen Lichtstrahlen in die Substanz n_5 eintreten, aber das ganze im Felde $s_4 a$ liegende Licht wird durch die Fläche ef total reflectirt; in Folge dessen wird die Grenze s_4 deutlich erscheinen und die Grenze s_5 undeutlich, aber sichtbar sein. Je unvollkommener die Trennungsfläche gh ist, desto grösser wird der Beleuchtungsunterschied zwischen dem Felde as_4 und $s_4 s_5$. Wenn ferner auch die Trennungsfläche ef unvollkommen glatt ist, so wird auch die Grenze der Totalreflexion s_3 erscheinen, und es werden die Grenzen s_4 und s_5 sichtbar, aber undeutlich sein; und so weiter.

Nehmen wir an, wir möchten nur die Grenzen s_3 und s_5 im Gesichtsfelde haben, ohne dass auch die Grenzen s_2, s_4 entstehen und die Beobachtung stören.

Die nothwendige und hinreichende Bedingung, um dieses Ziel zu erreichen, wird sein, die Fläche gh vollkommen matt zu schleifen, unvollkommen glatt die Fläche ef, und ganz glatt die Flächen ab und cd herzustellen. Sollte im Felde auch die Grenze s_2 deutlich oder undeutlich erscheinen, so würde man annehmen müssen, dass auch die Fläche cd nicht glatt wäre.

Als Beispiel handelt es sich um einen Dünnschliff des Muscovits, der mit Canadabalsam auf einen Objectträger geklebt ist; der Muscovit liegt (mit Bromnaphtalin dazwischen) auf der ebenen Fläche der Abbe'schen Halbkugel. Der allgemeine Fall gestaltet sich dann so:

$n_1 = 1{,}890$, $n_2 = 1{,}658$, n_3 (Muscovit) $= 1{,}562$, n_4 (Canadabalsam) $= 1{,}540$, n_5 (Objectträger) $= 1{,}530$ und $n_6 =$ (Luft) $= 1$.

Wenn nun sowohl beide Oberflächen des Muscovits als auch diejenigen des Objectträgers vollkommen glatt sind, so wird die erste Annahme des allgemeinen Falles zur Geltung kommen, wobei alle Flächen glatt sind, und

die Folge wird sein, dass nur die Grenze der Totalreflexion zwischen der Abbe'schen Kugel und der Luft deutlich sichtbar sein wird, während keine andere Grenze erscheint. Sind die betreffenden Flächen nicht vollkommen glatt, so kommen alle Grenzen zum Vorschein, aber undeutlich.

Verlangt man lediglich die Grenze der Totalreflexion zwischen Abbe-scher Halbkugel und Muscovit, so wird man, um dies zu erreichen, einfach die obere Fläche des Muscovits vollständig matt schleifen. Wenn dennoch auch die Grenze der Totalreflexion zwischen der Abbe'schen Halbkugel und dem Bromnaphtalin zum Vorschein käme, so müsste man daraus schliessen, dass die untere Fläche des Muscovits entweder nicht vollständig eben oder nicht vollkommen glatt wäre, und daher wurde nicht das ganze total zu reflectirende Licht thatsächlich total reflectirt. Die mit Hülfe des Lichtes auf diese Art vorgenommene äusserst empfindliche Analyse giebt ein Mittel an die Hand zu erkennen, ob die betreffende Fläche vollkommen glatt und eben ist.

Wir machen jetzt die Annahme, dass $n_5 > n_4$ sei. In diesem Falle entsteht gar keine Totalreflexion des von unten kommenden Lichtes bei der Trennungsfläche gh; das Verhalten wäre genau so, als ob die Fläche gh entweder nicht glatt oder nicht eben wäre. Somit fällt auch in diesem Falle die Grenze s_5 weg, und kommt natürlicherweise die Grenze s_4 zum Vorschein. Würde $n_4 > n_3$ sein, gleichgültig ob $n_5 >$ oder $< n_4$, so müsste die Grenze der Totalreflexion s_3 zum Vorschein kommen; u. s. w.

Wir sind also Herr darüber, irgend welche Grenze der Totalreflexion von verschiedenen übereinander gelegten Substanzen zu erhalten, wenn wir nur dafür sorgen, dass die Substanz, von der wir die Grenze der Totalreflexion verlangen, mit einer stärker lichtbrechenden Substanz bedeckt wird.

Als Beispiel wollen wir annehmen, dass es sich darum handelt, einen Brechungsindex des Albits zu bestimmen. Der Albit ist in Form eines Dünnschliffes mit gewöhnlichem Canadabalsam auf einen Objectträger geklebt. Wir haben also folgenden Fall:

$n_1 = 1{,}890$, $n_2 = 1{,}658$, n_3 (Albit) $= 1{,}528$, $n_4 = 1{,}540$, $n_5 = 1{,}530$ und n_6 (Luft) $= 1$.

Aus dem, was wir oben auseinandergesetzt haben, folgt, dass eine solche Einrichtung günstig dafür ist, dass die Grenze der Totalreflexion zwischen Abbe'scher Halbkugel und Albit deutlich zum Vorschein kommt, falls die untere Fläche des Albitschliffes glatt polirt ist. Es ist also günstig, dass oberhalb des Albitschliffes eine stärker brechende Schicht (Balsam) gelegen ist. Dabei kommt die Brechungsstärke des Objectträgers nicht in Betracht. Es würde daher nicht vortheilhaft sein, wollte man den Canadabalsam durch eine andere Substanz von geringerer Brechbarkeit als der des Albit ersetzen.

Die Schlüsse, welche wir aus diesen Betrachtungen ziehen können, sind folgende: Um die Grenze der Totalreflexion eines gegebenen Dünnschliffes in Bezug auf das Abbe'sche Glas deutlich erscheinen zu lassen, ist die beste Einrichtung, welche man treffen kann, die, den betreffenden Schliff durch eine stärker brechende Schicht zu decken; hat man eine solche nicht zur Verfügung, so muss der betreffende Schliff oberhalb vollkommen matt sein, und dann ist es gleichgültig, ob die bedeckende Schicht weniger lichtbrechend sei oder nicht.

Wir betrachten jetzt noch kurz die Methode, die Grenze der Totalreflexion durch Incidenzbeleuchtung zu bestimmen. Bekanntlich besteht diese ausgezeichnete Methode darin, Licht von der weniger brechenden Substanz kommen zu lassen. Die Erscheinung ist dann die, das Feld in zwei Theile zu zerlegen, einen vollkommen hellen und einen vollkommen dunkeln. Wann eine solche Methode anwendbar sei, hat schon Pulfrich gezeigt.

Wir untersuchen den oben angenommenen allgemeinen Fall, dass mehrere übereinander gelegte Schichten vorliegen.

Das von der obersten Schicht herkommende Licht wird durch alle Schichten hindurchgehen und eine Grenze s_5 zwischen Beleuchtung und Dunkelheit bestimmen. Aber ausserdem wird auch in der nächstfolgenden Schicht n_4 seitlich ein Bündel Licht eintreten. Dies wird eine grössere Helligkeit in dem schon beleuchteten Felde as_5 erzeugen, und zwar eine helle Linie in der Nähe der Grenze s_4, deren Dicke von der Dicke der Schicht n_4 abhängt. Gleichfalls wird sich eine helle Linie bei der Grenze s_3 einstellen, und so auch bei s_2.

Wir werden in Folge dessen im Gesichtsfelde eine sehr deutliche Grenze bei s_5 zwischen Dunkelheit und Beleuchtung, bei s_4, s_3 und s_2 aber helle, dünne Streifen beobachten. Die Erscheinung gestaltet sich wie eben angegeben natürlich nur dann, wenn alle Trennungsflächen glatt und eben sind. Ist aber die Fläche gh matt, so wird die Grenze s_5 verschwinden; dann stellt sich s_4 als die Grenze zwischen Dunkelheit und Beleuchtung ein, während die helleren Streifen nur bei s_3 und s_2 zum Vorschein kommen. Und analog, wenn die matte Fläche ef wäre, so würde man eine deutliche Grenzlinie bei s_3 bekommen, u. s. w.

Es steht also auch bei der Incidenzmethode in unserer Macht, irgend welche Grenzlinie zum Vorschein zu bringen, wenn man nur die obere Fläche der in Betracht kommenden Schicht matt herstellt; dabei aber erscheinen auch helle Linien, entsprechend den verschiedenen Grenzen der Totalreflexion an den unterhalb liegenden Schichten. Es ist nun sehr leicht einzusehen, dass dieselbe Erscheinung eintreten muss, wenn, anstatt die obere Fläche matt zu schleifen, die betreffende Schicht durch eine stärker lichtbrechende Substanz gedeckt wird.

Die Schlüsse, welche wir daraus ziehen, sind dieselben wie vorher; die beste Einrichtung, um eine bestimmte Grenze der Totalreflexion deutlich beobachten zu können, ist die, die in Betracht kommende Substanz entweder durch eine stärker brechende Substanz zu decken oder die obere Fläche matt zu schleifen. Es wäre also unvortheilhaft, wenn man oberhalb eine stärker brechende Substanz wie z. B. Canadabalsam hätte und man sie durch eine weniger lichtbrechende Substanz ersetzen würde; denn dadurch würde man erreichen, die Grenze der Totalreflexion des Canadabalsams deutlich zum Vorschein zu bringen auf Kosten der verlangten Grenze, welche kaum erscheinen würde.

Ruht ein Schliff auf der Abbe'schen Halbkugel mit Hülfe der dazwischen befindlichen Schicht von Bromnaphtalin, so müsste auch die vom Bromnaphtalin herrührende helle Linie erscheinen.

Ist eine solche Linie störend für die Beobachtung, so muss man sie wegzubringen suchen. Ich bedecke in diesem Falle die glatt polirte Platte mit Stanniol, worin ein kleines Loch angebracht ist; dadurch ist die Bromnaphtalinschicht nur auf eine kleine Stelle reducirt und die seitliche Lichteinführung in das Bromnaphtalin vermieden.

III. Ueber Fedorowit.

Von

C. **Viola** in Rom und **E. H. Kraus** in München.

Mit diesem Namen belegte der Eine von uns [1]) einen in den Gesteinen der Provinz Rom vorkommenden, stark pleochroïtischen Pyroxen, dessen Auslöschungsschiefe $c : \mathfrak{c} = 65^0 - 75^0$ und dessen Axenwinkel $2V < 50^0$. Im Folgenden sollen nun die Eigenschaften desselben näher beschrieben werden.

Prismatisch-monoklin.

$$a : b : c = 1,0927 : 1 : 0,5489 ; \quad \beta = 106^0.$$

$(110):(1\bar{1}0)$	$= 92^0 49'$
$(011):(0\bar{1}1)$	55 38
$(101):(001)$	22 59 5″

Spaltbarkeit: {110}.

Ebene der optischen Axen: (010). Winkel der optischen Axen $< 50^0$ für *Na*-Licht. Spitze Bisectrix $\mathfrak{c}$ im stumpfen Winkel β.

$$c : \mathfrak{c} = 65^0 - 75^0.$$

$$\alpha = 1,680, \ \beta = 1,687, \ \gamma = 1,709$$ [2]) für *Na*-Licht.

Absorption: $\mathfrak{b} = \mathfrak{a} =$ olivengrün,
$\mathfrak{c} =$ gelb.

Chemische Zusammensetzung:

	I.	Mol.-Verh.:	II.	Mol.-Verh.:
SiO_2	52,35	0,8725	52,37	0,8729
Fe_2O_3	2,24	0,0140	} 4,08	0,0134
FeO	1,94	0,0269		0,0269
Al_2O_3	2,38	0,0233	2,46	0,0241
CaO	24,63	0,4398	24,51	0,4377
MgO	14,40	0,3600	14,66	0,3665
Na_2O	2,54	0,0410	2,05	0,0331
	100,48		100,13	

1) C. Viola, Mineralogische und petrographische Mitth. aus dem Hernikerlande in der Provinz Rom. Neues Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1899, **1**, 121.

2) C. Viola, R. Accademia dei Lincei 1896, **1**, 215.

Anmerk. Die Eisenoxydulbestimmung in Analyse I wurde nach der Pebal-Dölter'schen Methode ausgeführt. Zur Bestimmung des gesammten Eisens wurde Fe_2O_3 und Al_2O_3 zweimal mit NH_3 gefällt und mit Kaliumbisulfat geschmolzen; die mit heissem Wasser und verdünnter Schwefelsäure erhaltene Lösung der Schmelze wurde mit H_2S reducirt und dann mit MnO_4K titrirt. Kalk wurde zweimal als Oxalat gefällt und dann als CaO gewogen. MgO wurde mittelst Hg_2O von Na_2O getrennt und dann als Phosphat gefällt, während Na_2O als Sulfat gewogen wurde. Die Natriumbestimmung in Analyse I ist zu hoch ausgefallen, da in das destillirte Wasser durch ein später erst entdecktes Leck des Destillationsapparates etwas CaO gelangt war. K_2O war auch spectroskopisch in der Substanz nicht nachweisbar.

Um eine vollständige Isolirung zu erreichen, wurde eine sehr einfache und natürliche Methode angewendet. Die Gewässer aus den Albaner Bergen führen eine grosse Menge schwarzen Sand in's Thal herunter. Der Sand wurde gesammelt, erst mit Wasser, dann oft mit verdünnter Salzsäure gewaschen und zuletzt mit destillirtem Wasser gespült. Der Sand enthält hauptsächlich Magnetit, Eisenglanz, schwarzen Augit, Fedorowit, theilweise Enstatit, Granat, Leucit, also alle jene Mineralien, welche die Leucitite, Leucittephrite, Basalte etc. zusammensetzen. Der Magnetit wurde vorher mit dem Magnet herausgenommen, dann aber mit Hülfe der Lupe die hellgrünen Pyroxene ausgeschieden. Die dunklen Pyroxene haben den Winkel $c : \mathfrak{c} = 45^0—50^0$; die hellgrünen Pyroxene aber von $50^0—75^0$. Mit dem Mikroskope wurden jene den Winkel $c : \mathfrak{c}$ von $65^0—75^0$ aufweisenden Pyroxene ausgewählt. Dadurch erhielt man einige Gramme durchsichtiger, guterhaltener, nicht verwitterter, theilweise gute Flächen zeigender Fedorowitkrystalle, welche sowohl für die chemische Untersuchung, als auch für die Messung verwendbar waren.

Der Fedorowit erscheint meist nach der Zone [001] entwickelt. Die Hauptformen sind {100}, {010}, {110}, {001}, {011}. Dabei kommen auch {101}, {111} und {120} vor. In den Dünnschliffen hat man folgende Zonen unterscheiden können: [001], [101], [103], [$10\bar{5}$], [$10\bar{1}$], [102]. Das oft vorkommende Zwillingsgesetz ist: Zwillingsebene (100). Nicht sehr oft tritt auch das Zwillingsgesetz: Zwillingsebene (110) auf.

Wir bezeichnen mit dem Namen »Fedorowit« nur jene Pyroxene, bei welchen die Auslöschung auf der Ebene (010) von 65^0 bis 75^0 variirt, und die die obige chemische Zusammensetzung aufweisen.

Zieht man das Silicat $SiO_6(Al, Fe)_2Mg$ ab, so bleibt $SiO_2 : RO = 0{,}8354 : 0{,}8306$, also genau ein Metasilicat.

Dass der Fedorowit kein Aegirin und auch kein unvollständig charakterisirter Aegirin-Augit ist, ist leicht einzusehen.

Der Aegirin enthält circa 30—34 % $Fe_2O_3 + FeO$, 10—13 % $K_2O + Na_2O$ und keinen Kalk. Die Auslöschung auf (010) beträgt 94^0.

Als Aegirin-Augit wurde von Rosenbusch[1]) ein Pyroxen bezeichnet.

---

1) H. Rosenbusch, Physiographie 1892, **1**, 537.

bei dem die Auslöschung auf (010) etwa 60° beträgt; ein weiteres Charakteristicum wurde für diesen Pyroxen nicht angegeben, ausgenommen die Absorption. Rosenbusch bezieht sich auf die Analysen von Mann[1]) und Merian und fügt hinzu, dass die Aegirin-Augite die Diopsid-, Hedenbergit- und Augitmoleküle enthalten neben beträchlichen Mengen Alkalien.

Die von Mann untersuchten Pyroxene enthalten viel Eisen, und die Alkalien steigen bis auf 13%. Die Kieselsäure beträgt nur circa 46%. Nach Mann soll der Winkel $c:\mathfrak{c}$ mit dem Eisen- und Alkaligehalte steigen. Wollte man diese Regel festhalten, so müsste der Fedorowit etwa 20% Eisenoxyd enthalten.

Wir sehen also, dass, um den überaus verbreiteten Pyroxen besser zu definiren, ein besonderer Name nothwendig ist.

Der Fedorowit ist chemisch ein calciumreicher Diopsid mit optischen Eigenschaften, welche denjenigen des Aegirin sich nähern.

Dass der Winkel $c:\mathfrak{c} = 65^0—75^0$ vom Na_2O-Gehalte herrührt, kann man fast mit Sicherheit behaupten. Die Pyroxene der Leucitite und Leucittephrite des Albaner Gebirges, welche $c:\mathfrak{c} = 45^0—50^0$ zeigen, haben nach Piccini[2]) folgende Zusammensetzung:

SiO_2	50,31
CaO	24,64
MgO	13,16
FeO	3,76
Fe_2O_3	1,59
Al_2O_3	4,87
Glühverlust	0,35
	98,68

Also fast genau gleich wie der Fedorowit, wenn man nur annimmt, dass der Gehalt an Al_2O_3 sich in zwei Theile gespalten hat, nämlich Al_2O_3 und Na_2O.

Vorkommen. Der Fedorowit ist sehr verbreitet. Man kann behaupten, dass in der Provinz Rom, von den Sabatiner Gebirgen bis in das Hernikerland, alle Eruptivgesteine, möge es sich um Leucitite, Leucittephrite oder echte Feldspathbasalte handeln, solche Pyroxene führen, die dem Fedorowit zugetheilt werden können.

Der Fedorowit setzt die Grundmasse der Gesteine zusammen und kommt auch als Einsprengling vor.

1) Neues Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1894, **2**, 199. Ausz. diese Zeitschr. **11**, 72.

2) A. Piccini, Analisi di un Augite del Lazio. Atti R. Accademia d. Lincei 1880, Trans. III, 4. Folge, 225.

IV. Ueber den Pyroxen Latiums[1]).

Von

Ferruccio Zambonini in Rom.

(Hierzu Taf. I, Fig. 4—7.)

Unter allen Mineralien Latiums ist der Pyroxen ohne Zweifel das am längsten bekannte. Vielleicht die ältesten, unzweifelhaften Angaben finden sich im Werke Ferber's über die Mineralogie Italiens[2]). Romé de l'Isle[3]) hat die »Schörlkrystalle« der Puzzolanerde der Umgegend Roms beschrieben und abgebildet. Sie entsprechen der gewöhnlichen Augitcombination {100} {010} {110} {$\bar{1}$11}. Auch Faujas de Saint Fond[4]) erwähnt dieselben Krystalle, von denen er eine kurze Beschreibung gegeben hat. Er erinnert daran, dass sie jene sind, welche von Born[5]) unter dem Namen »basaltes crystallisatus niger hexaedrus columnia longiore etc.« beschrieben hat.

Ungenaue und wenig wichtige Notizen, die sich auf den Pyroxen der basaltartigen Lava von Capo di Bove beziehen, finden sich in einer Arbeit Lapi's[6]). Genauere Daten über diesen Pyroxen verdanken wir den Beobachtungen von Fleuriau de Bellevue[7]).

Der Erste, welcher dieses Mineral Latiums besonders beschrieben hat, ist Brocchi[8]). Er erwähnt die grünen und schwarzen Pyroxenkrystalle

---

1) Hierunter verstehe ich nur das Albaner Gebirge und die zwischen diesem und Rom liegende Ebene.

2) Briefe aus Welschland über natürliche Merkwürdigkeiten dieses Landes an den Herausgeber derselben Ignatz Edlen von Born 1773. Auch französ. Uebersetzung von Dietrich, Strassburg 1776.

3) Essai de crystallographie. Paris 1783, p. 385, variété 5 des schorls.

4) Minéralogie des volcans etc. Paris 1784, p. 123, Nr. 25.

5) Lythophylacium Bornanium etc. Prag 1772, **1**, 34.

6) Del selce romano, ragionamento mineralogico di G. G. Lapi. Rom 1784, besonders S. 12.

7) Mémoire sur les cristaux microscopiques, et en particulier sur la séméline, la mélilite, la pseudosommite et le selce romano. Delamétherie, Journal de Physique 1800, **51**, 442.

8) Catalogo ragionato di una raccolta di rocce disposto con ordine geografico per servire alla geognosia d'Italia. Mailand 1817 (an vielen Stellen).

an vielen Orten der Provinz Rom, und er hat an ihnen die Haüy'schen Varietäten »bisunitaire« und »triunitaire« [1]) erkannt. Auch Lavinio dei Medici Spada [2]) hat auf die Anwesenheit des Pyroxen im Latium hingedeutet.

G. vom Rath [3]) macht auf die Anwesenheit des bald schwarzen, bald grünen Pyroxen im Tuff, im Peperino, in den Laven u. s. w. aufmerksam. Die Fig. 5, Taf. I seines Werkes stellt einen schönen Augitkrystall des Albaner Peperino mit den Formen {100} {010} {110} {021} {$\bar{2}$21} {$\bar{1}$11} {111} dar. Krystalle mit einem solchen Habitus' sind aber sehr selten.

Mantovani [4]) in seinen beiden Büchern gab nichts Wichtiges.

Von grossem Interesse sind dagegen die Nachrichten Strüver's in Betreff der Verbreitung des Pyroxens in den von ihm untersuchten Blöcken [5]).

Sorgfältige Analysen des Augit Latiums haben Klaproth und A. Piccini [6]) ausgeführt.

Unsere Kenntniss über den Pyroxen der Albaner Gebirge sind daher sehr dürftig, obwohl es das schönste und häufigste Mineral dieser Gegend ist. In einer kürzlich erschienenen Arbeit [7]) hatte ich Gelegenheit, einige Notizen darüber zu geben und erwähnte die Formen {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {111} {$\bar{2}$21} {021} {011} und fünf verschiedene Combinationen.

Die sehr zahlreichen Pyroxenkrystalle, welche ich gesammelt habe, unterscheiden sich in zwei Gruppen: schwarze und grüne Krystalle.

Schwarze Krystalle.

Ihre Dimensionen wechseln sehr: die grössten erreichen 8 cm in der Richtung der Axe z, aber solche sind sehr selten. Sie sind häufig nach z verlängert; selten sind sie nach x und y gleich lang, und noch seltener finden sich Krystalle, welche nach den drei Dimensionen gleichen Durchmesser besitzen.

Die schon bekannten Formen, welche ich an den schwarzen Krystallen beobachtet habe, sind folgende:

1) Sie entsprechen resp. den Combinationen {100} {110} {$\bar{1}$11} und {100} {010} {110} {$\bar{1}$11}.

2) Sopra alcune specie minerali non in prima osservate nello stato pontificio. Roma 1845.

3) Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien. Zeitschr. d. deuschen geol. Gesellsch. 1866, **18**, 497, 527, 543, Taf. I, Fig. 5.

4) Descrizione mineralogica dei Vulcani Laziali. Roma 1868, p. 24. Descrizione geologica della Campagna Romana. Roma 1875, p. 83 e 85.

5) Studien über die Mineralien Latiums. Diese Zeitschr. 1877, **1**, 225.

6) Analisi di un' augite del Lazio. Rend. R. Accad. dei Lincei 1880, S. 225 (s. d. vor. Aufs. S. 38. Die Red.).

7) F. Zambonini, Magnetite dei fossi di Acquacetosa e del Tavolato. Rivista di miner. e cristall. Italiana 1898, **21**, 21. Ref. diese Zeitschr. **32**, 535.

Miller:	Naumann:	Lévy:	Weiss:	Buchstabe:
{100}	$\infty\bar{P}\infty$	h^1	$a : \infty b : \infty c$	a
{010}	$\infty\grave{P}\infty$	g^1	$\infty a : b : \infty c$	b
{110}	∞P	m	$a : b : \infty c$	m
{130}	$\infty\grave{P}3$	g^2	$3a : b : \infty c$	n
{120}	$\infty\grave{P}2$	g^3	$2a : b : \infty c$	ω
{210}	$\infty\bar{P}2$	h^3	$\frac{1}{2}a : b : \infty c$	g
{310}	$\infty\bar{P}3$	h^2	$\frac{1}{3}a : b : \infty c$	f
{011}	$\grave{P}\infty$	c^1	$\infty a : b : c$	c
{021}	$2\grave{P}\infty$	$e^{\frac{1}{2}}$	$\infty a : b : 2c$	z
{101}	$-\bar{P}\infty$	o^1	$a : \infty b : c$	y
{$\bar{1}$01}	$\bar{P}\infty$	a^1	$a' : \infty b : c$	p
{111}	$-P$	$d^{\frac{1}{2}}$	$a : b : c$	u
{$\bar{1}$11}	P	$b^{\frac{1}{2}}$	$a' : b : c$	s
{$\bar{2}$21}	$2P$	$b^{\frac{1}{4}}$	$a' : b : 2c$	o
{$\bar{1}$21}	$2\grave{P}2$	$b^1 d^{\frac{1}{3}} g^1$	$2a' : b : 2c$	ε
{$\bar{1}$51}	$5\grave{P}5$	$b^{\frac{1}{4}} d^{\frac{1}{6}} g^1$	$5a' : b : 5c$	γ
{$\bar{2}$11}	$2\bar{P}2$	$b^1 b^{\frac{1}{3}} h^1 = a_3$	$2a' : b : 2c$	ι
{$\bar{3}$11}	$3\bar{P}3$	$b^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{4}} h^1$	$3a' : b : 3c$	ν

Ich habe etwa 2000 schwarze Krystalle gesehen, unter denen ich 580 ausgewählt habe, welche flächenreicher oder besonders schön waren. An ihnen fand ich:

Formen	
{100}, {110}, {$\bar{1}$11}	580 mal
{010}	574 -
{$\bar{2}$21}	204 -
{021}	158 -
{111}	9 -
{210}, {$\bar{1}$01}, {$\bar{3}$11}	4 -
{310}, {$\bar{1}$21}, {$\bar{2}$11}	2 -
{011}, {130}, {120}, {101}, {$\bar{1}$51}	1 -

Ausser den oben gegebenen und schon bekannten Formen giebt es noch andere Flächen, die neu für den Pyroxen wären, nämlich:

{$\bar{1}$61}	$6\grave{P}6$	$b^{\frac{1}{5}} d^{\frac{1}{7}} g^1$	$6a' : b : 6c$	𝔅
{$\bar{3}$61}	$6\grave{P}2$	$b^{\frac{1}{3}} d^{\frac{1}{9}} g^1$	$2a' : b : 6c$	F
{$\bar{3}$.12.1}	$12\grave{P}4$	$b^{\frac{1}{9}} d^{\frac{1}{15}} g_1$	$4a' : b : 12c$	G.

Diese Formen wurden nur einmal beobachtet; daher sind sie etwas unsicher, besonders die beiden letzteren.

An einem zerbrochenen, grossen Krystalle beobachtete ich nebst den Formen {010}, {100}, {110}, {$\bar{1}$11}, {021}, {$\bar{2}$21} auch die neuen Hemipyramiden {$\bar{3}$61} und {$\bar{3}$.12.1}. Da der Krystall zum Theil abgebrochen ist, ist von beiden nur eine Fläche anwesend. {$\bar{3}$.12.1} ist $\frac{3}{4}$ mm breit und

sehr glänzend, {361} nur ¼ mm gross. Sie bilden mit {010} eine Zone, welche genau [010 : 301] = [103] ist. Ferner liegt {361} auch in der Zone [001 : $\bar{1}$20] = [$\bar{2}\bar{1}$0]. Gemessene Winkel:

		gem.	ber.[1]
($\bar{3}$.12.1)	: ($\bar{1}$11) =	49° 58′ gem.	50° 13′ 21″ ber.
	: (010)	13 50 -	13 37 52 -
	: ($\bar{1}$00)	79 0 -	78 57 16 -
($\bar{3}$61)	: (010)	26 0 -	25 52 24 -
	: ($\bar{1}$11)	42 15 -	42 17 4 -
	: ($\bar{1}$00)	69 17 -	69 13 17 -

Später habe ich an einem 4 mm langen Krystalle die sehr klein ausgebildete Form {$\bar{1}$61} bestimmt. Sie stumpft mit schmalen Flächen die Combinationskanten von {010} und {$\bar{1}$11} ab und liegt in der Zone [010 : $\bar{1}$11]. Es wurde gemessen:

(010) : ($\bar{1}$61) = 16° 30′, ber. 16° 19′ 45″.

An den Combinationskanten der verticalen Prismenzone finden sich manchmal kleine und unvollständige Vicinalflächen, deren Symbol ganz unsicher ist. Das Gleiche ist an den Kanten von {010} und {$\bar{1}$11} der Fall.

Die oben erwähnten Formen bilden folgende Combinationen:

1) {100} {110} {$\bar{1}$11},
2) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11},
3) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21},
4) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {021},
5) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {111},
6) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {$\bar{3}$11},
7) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {101},
8) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {$\bar{1}$51} Fig. 4, Taf. I.
9) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21} {021},
10) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21} {111} {021},
11) {100} {010} {110} {210} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21} {021},
12) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21} {021} {$\bar{1}$61},
13) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21} {021} {$\bar{3}$61} {$\bar{3}$.12.1},
14) {100} {010} {110} {210} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21} {021} {111},
15) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21} {021} {$\bar{2}$11} {$\bar{3}$11},
16) {100} {010} {110} {210} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21} {021} {$\bar{1}$01},
17) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21} {021} {$\bar{3}$11} {$\bar{1}$01},
18) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21} {021} {$\bar{1}$21} {111},
19) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21} {011} {021} {111},
20) {100} {010} {110} {120} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21} {021} {111} {$\bar{1}$01},

[1]) Bei Anwendung der von mir berechneten Constanten:

$a : b : c = 1{,}095314 : 1 : 0{,}5901233; \quad \beta = 74^0\, 7'\, 40''.$

21) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21} {021} {111} {$\bar{2}$11} {$\bar{3}$11},
22) {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {$\bar{2}$21} {021} {$\bar{1}$21} {$\bar{1}$01} {$\bar{3}$11} Fig. 5, Taf. I.

Die meisten schwarzen Krystalle sind mehr oder weniger nach {100} tafelförmig. Merkwürdig sind einige seltene Krystalle, nach z verlängert, welche die zwei Pinakoide {100} und {010} gleich entwickelt und {110} untergeordnet zeigen. Sehr selten sind nach {010} tafelförmige Krystalle.

Manchmal sind die schwarzen Krystalle genau symmetrisch, aber oft haben die verschiedenen Flächen derselben Form eine ungleiche Entwickelung. Die vier Flächen von {$\bar{1}$11} sind im Allgemeinen nur paarweise gleich; bisweilen ist von den zwei Flächen, die zu einem Ende des Krystalles gehören, eine so entwickelt, dass die andere sehr klein wird. Auch die zwei Flächen von {100} sind oft ungleich, und dann ist öfters (100) die am meisten entwickelte. Das Pinakoid {010}, mit Ausnahme der wenigen Krystalle, an denen es vorherrscht, ist wenig breit, und es zeigt häufig ungleiche Flächen. An den von mir untersuchten Krystallen ist meistens (010) das kleinste. Das Protoprisma hat seine Flächen bald sehr breit, bald sehr klein, aber sie haben fast immer ungleiche Entwickelung.

Die Flächen der Zone [001], welche die grösstausgebildete ist, zeigen oft deutliche Polyëdrie. Häufig zerfallen die Flächen des Orthopinakoids {100} in viele Flächenelemente, aber auch das Protoprisma bietet dieselbe Erscheinung dar, wenn seine Flächen gross entwickelt sind. Auf {010} kann man dieselbe jedoch nur sehr selten erkennen.

Ein Krystall zeigt ($\bar{1}$00) in zwei zu einander 1° 15′ geneigte Flächen getheilt; zwischen ihnen drängt sich eine dritte, kleinere Facette keilförmig ein. Diese letztere bildet mit den beiden anderen Winkel von 2° 16′ und 1° 28′. Auch (100) zeigt Polyëdrie, aber sie ist wenig bemerkbar.

An einem anderen Krystalle ist das Gleiche zu beobachten. ($\bar{1}$00) zeigt zwei Flächen, die vertical an einander grenzen, und eine dritte, welche flacher liegt. Die zwei verlängerten Flächen sind 2° 13′ zu einander geneigt.

Die Flächen von {100} zeigen häufig einen sehr complicirten Bau, weil sie aus der Vereinigung vieler kleiner und wenig geneigter Facetten entstehen. Dies verhindert, an diesen Krystallen die Winkel der verschiedenen Formen zu {100} genau zu messen, weil man vielfache und unbestimmte Bilder erhält.

Alle anderen Formen sind klein.

{021} und {$\bar{2}$21}, welche die häufigsten sind, stumpfen die Combinationskanten von {110} und {$\bar{1}$11} ab; bald werden sie auf sehr dünne Streifen beschränkt, bald sind sie ziemlich gross, und es giebt einige schwarze, meistens kleine Krystalle, an denen {021} und {$\bar{2}$21} vorherrschen, und dann verkürzt sich {$\bar{1}$11} und kann sehr klein werden.

$\{011\}$ wurde nur einmal und sehr klein beobachtet. Es ist am Pyroxen eine seltene Form: La Valle[1]) hat es unter vielen Krystallen vom Alathale nur zweimal gefunden. Des Cloizeaux[2]) erwähnt es an Krystallen von Warwick, welche die Combination $\{100\}$ $\{010\}$ $\{110\}$ $\{001\}$ $\{\bar{2}21\}$ $\{111\}$ $\{011\}$ $\{\bar{2}11\}$ $\{\bar{1}21\}$ darbieten, und Alexander Schmidt[3]) an schwarzen Augit des Aranyer Berges.

$\{\bar{1}21\}$, von Lévy entdeckt, ist sehr selten. Ihre glänzenden Flächen stumpfen die Combinationskanten von $\{010\}$ und $\{\bar{1}11\}$ ab. Des Cloizeaux hat es an Krystallen vom Oberen See[4]) bestimmt und A. Schmidt am gelben Augit des Aranyer Berges. Auch $\{\bar{1}51\}$ ist sehr selten. La Valle erwähnt es an Diopsidkrystallen von Mussa und Borne de Brous[5]) und vom Rath[6]) am Augit von Ascension.

Auch $\{\bar{2}11\}$ und $\{\bar{3}11\}$ sind selten. Das erstgenannte wurde von Lévy zuerst beobachtet, und hernach fand es Des Cloizeaux an den oben erwähnten Krystallen von Warwick. Tschermak und Streng haben es für die Krystalle Nordmarkens angegeben, aber A. Schmidt sieht es als fraglich an. Derselbe Autor hat $\{\bar{3}11\}$ am alten Diopsid von Schwarzenstein (Zillerthal) gefunden, und H. Ries[7]) an Krystallen des Staates New York. Auch E. Weinschenk[8]) hat es am Pyroxen von der Schwarzen Wand bestimmt. Diese beiden Formen stumpfen mit sehr schmalen Flächen die Combinationskanten von $\{100\}$ und $\{\bar{1}11\}$ ab. $\{\bar{2}11\}$ ist immer kleiner als $\{\bar{3}11\}$.

$\{\bar{1}01\}$ ist selten und sehr klein; $\{101\}$ wurde an einem einzigen schönen Krystalle gefunden, welcher die Pinakoide $\{100\}$ und $\{010\}$ gleich entwickelt, $\{110\}$ klein, $\{\bar{1}11\}$ und $\{101\}$ ziemlich gross zeigte.

An den häufig grossen Krystallen, welche sich im Tuff finden, bemerkt man leicht, besonders auf den Flächen von $\{100\}$ und $\{\bar{1}11\}$, regelmässige Streifen, die als wenig tiefe und sehr regelmässige Striche erscheinen; sie sind bald den Kanten des Krystalles parallel, bald haben sie eine unregelmässige Lage.

---

1) G. La Valle, Sul diopside di val d'Ala. Memorie R. Accad. dei Lincei 1886, p. 226. Ref. diese Zeitschr. **13**, 293 f.

2) Manuel de Minéralogie p. 54 und Fig. 58, Taf. X. Paris 1862.

3) Daten zur genaueren Kenntniss einiger Mineralien der Pyroxengruppe. Diese Zeitschr. 1892, **21**, 1.

4) a. a. O. S. 550.

5) Sul diopside delle »Borne de Brous«, presso Ala in Val d'Ala. Memorie R. Accad. dei Lincei, 1888. Ref. diese Zeitschr. **18**, 88.

6) Eisenglanz und Augit von Ascension. Diese Zeitschr. **6**, 192.

7) The monoclinic Pyroxenes of the New York State. Annales of the New York Acad. of Sc. 1896, **9**, 126. Ref. diese Zeitschr. **30**, 395.

8) Die Minerallagerstätten des Gross-Venedigerstockes. Diese Zeitschr. 1896, **26**, 337.

Ein schöner, grosser Krystall, welcher am unteren Ende der Axe z zerbrochen ist, zeigt auf der Fläche (111) zwei dieser Striche, welche in einem Punkte der Kante $[111:\bar{1}\bar{1}1]$ zusammenlaufen. Die Messungen beweisen, dass sie genau parallel den Kanten $[\bar{1}11:110]$ resp. $[\bar{1}11:\bar{1}10]$ sind.

Wichtiger ist jedoch ein nach z verlängerter Krystall, welcher die gewöhnliche Combination darbietet. Beide Flächen von $\{100\}$ zeigen kleine Höhlungen, die unregelmässig begrenzt sind, und zahlreiche gerade Linien der Axe z parallel, sowie andere, die seltener sind, der Kante $[\bar{1}\bar{1}1:100]$ parallel. Auch die Flächen von $\{\bar{1}11\}$ zeigen viele Striche; auf $(\bar{1}11)$ giebt es einen, der Combinationskante von dieser Fläche und (100) parallel, beginnend an einem Punkte der Kante $[111:\bar{1}\bar{1}1]$; ferner beobachtet man einen anderen, welcher der Kante $[\bar{1}11:\bar{1}10]$ parallel ist, und drei, die keiner Kante des Krystalles parallel sind; auf $(\bar{1}\bar{1}1)$ setzt sich der auf der Fläche $(\bar{1}11)$ befindliche Strich parallel zu $[\bar{1}11:100]$ fort, und ferner giebt es zwei weitere ‖ zu $[\bar{1}11:\bar{1}\bar{1}1]$, drei ‖ zu $[\bar{1}11:\bar{1}10]$ und zwei andere, deren Lage nicht leicht bestimmbar ist.

Sehr häufig kommen parallele Fortwachsungen auf den verschiedenen Flächen der Krystalle vor. An diesen Fortwachsungen haben dieselben Flächen bald die gleiche Entwickelung wie im ursprünglichen Krystalle, bald verschiedene Grösse, z. B. habe ich an einem Krystalle $\{110\}$ sehr klein, $\{010\}$ gross und $\{021\}$, $\{\bar{2}21\}$ mit kleinen Flächen beobachtet; ein links parallel angewachsener Krystall zeigte $\{010\}$ sehr klein, $\{110\}$ gross und die Flächen von $\{021\}$, $\{\bar{2}21\}$; an einem anderen rechts angewachsenen Krystalle dagegen fand ich $\{110\}$ und $\{010\}$ fast gleich entwickelt, $\{021\}$ und $\{\bar{2}21\}$ fehlen. Scacchi[1]) hat Aehnliches am Pyroxen vom Vesuv beobachtet.

Im Inneren der schwarzen Krystalle findet sich oft Leucit, und einmal zeigte die Oberfläche eines dieser Krystalle auf (100) Glimmerblättchen, die tief in den Krystall eingewachsen waren. Dies und die Veränderung des Krystalles deutet vielleicht darauf hin, dass es sich um eine der sehr seltenen Pseudomorphosen von Biotit nach Augit handelt. Vor Kurzem haben G. Vigo[2]) und C. H. Smyth[3]) solche Pseudomorphosen erwähnt.

Grüne Krystalle.

Diese sind seltener und kleiner als die schwarzen. Der grösste, welchen ich beobachtet habe, hat die Dimensionen: $5\,(z) \times 3 \times 2\frac{1}{2}\,(y)$ mm.

---

1) Arcangelo Scacchi, Catalogo dei minerali vesuviani. Rivista di Min. e Crist. Italiana 1889, **5**, 48. Ref. diese Zeitschr. **13**, 296.

2) Sulle porfiriti del Monte Guglielmo. Rend. R. Istit. Lomb. di lett. sc. ed arti, Serie 2, 1896, **29**, 1114.

3) Pseudomorphs from Northern New York. Amer. Journ. of Sci. 1897 (4), **4**, 309. Ref. diese Zeitschr. **31**, 297.

Die anderen erreichen nur selten solche Dimensionen an Breite und Dicke, aber sie können länger sein. Dennoch hat der längste von mir gefundene Krystall nur 6 mm nach z. Ferner giebt es auch grössere, oberflächlich grüne Krystalle, die nichts anderes sind als die schwarze, veränderte Varietät.

Die grünen Krystalle sind oft nach z verlängert, selten haben sie die drei Dimensionen gleich.

Die von mir beobachteten Formen sind: $a, b, m, n, f, p, z, u, s, o, \varepsilon, \gamma$, die sich auch an den schwarzen Krystallen finden, und ausserdem:

{041}	$4\mathcal{R}\infty$	$c^{\frac{1}{4}}$	$a : b : 4c$	π
{131}	$-3P3$	$d^{\frac{1}{2}}\,b^{\frac{1}{4}}\,g^{1}$	$3a : b : 3c$	d
{$\bar{1}$41}	$4P4$	$b^{\frac{1}{3}}\,d^{\frac{1}{5}}\,g^{1}$	$4a' : b : 4c$	C

{$\bar{1}$41} ist neu.

An 258 Krystallen, die wenigstens an einem Ende der Axe z ausgebildet waren, habe ich gefunden:

{100}, {010}, {110}, {$\bar{1}$11}	258 mal,
{$\bar{2}$21}	60 -
{021}	52 -
{111}	25 -
{130}	4 -
{310}, {$\bar{1}$01}	3 -
{101}, {210}, {120}	2 -
{131}, {$\bar{1}$51}, {$\bar{1}$41}, {$\bar{1}$21}	1 -

Unter allen Formen der Zone [001] herrscht meist {110}, selten {010} vor; häufig haben {100}, {010}, {110} gleiche Entwickelung. Selten sind einige gelbliche Krystalle, die nach z verlängert und tafelförmig nach {010} sind. Das Klinopinakoid ist oft zu schmalen Streifen verkürzt.

Die gewöhnlichste Combination ist, wie bei den schwarzen Krystallen, {100} {010} {110} {$\bar{1}$11}. Wenn {021} und {$\bar{2}$21} vorhanden sind, haben sie bald kleine Entwickelung, bald sind sie grösser und verkürzt sich {$\bar{1}$11}. Häufig genug ist auch {111}, dessen Flächen verschiedene Grösse haben. Dasselbe ist auch der Fall, aber seltener, für {$\bar{1}$11}.

Die Prismen {120}, {130}, {210}, {310} sind sehr klein; nur an einem Krystalle erreichen {130} und {310} eine bedeutendere Grösse.

Merkwürdig ist das Auftreten der seltenen Form {131}, welche Phillips entdeckte. La Valle hat sie nur an wenigen der von ihm untersuchten Krystalle des Alathales gefunden. A. Schmidt erwähnt sie am schwarzen Augit des Aranyer Berges. Ich habe diese Hemipyramide an einem Krystalle beobachtet, welcher die Formen {100} {010} {110} {$\bar{1}$11} {111} {$\bar{2}$21} {131} {$\bar{1}$51} {$\bar{1}$41} zeigte. Die neue Form und {$\bar{1}$51} stumpft die Combinationskanten von {010} und {111} ab. Für {$\bar{1}$41} habe ich gemessen:

$$(010):(\bar{1}11) = 23^0\,44', \quad \text{ber. } 23^0\,43'\,24''.$$

An einem einzigen Kryställchen habe ich das Klinodoma $\{011\}$ bestimmt; es ist ziemlich häufig, nach La Valle, an den Diopsidkrystallen von Ala.

Nur an einem Krystalle der Combination $\{100\}\,\{010\}\,\{110\}\,\{\bar{1}11\}\,\{\bar{1}21\}$ habe ich ferner die sehr kleinen Flächen der seltenen Form $\{\bar{1}21\}$ beobachtet.

Bemerkenswerth ist das Fehlen von $\{\bar{3}31\}$, welches am grünen vulkanischen Pyroxen verschiedener Fundorte beobachtet worden ist.

Die wichtigsten Combinationen, welche die grünen Krystalle darbieten, sind die Nrn. 2, 5, 8, 10 der schwarzen Varietät und die folgenden:

1) $\{100\}\,\{010\}\,\{110\}\,\{\bar{1}11\}\,\{\bar{1}01\}$
2) $\{100\}\,\{010\}\,\{110\}\,\{\bar{1}11\}\,\{\bar{1}21\}$
3) $\{100\}\,\{010\}\,\{110\}\,\{210\}\,\{\bar{1}11\}$
4) $\{100\}\,\{010\}\,\{110\}\,\{310\}\,\{\bar{1}11\}\,\{111\}$
5) $\{100\}\,\{010\}\,\{110\}\,\{111\}\,\{\bar{1}11\}\,\{310\}\,\{130\}$
6) $\{100\}\,\{010\}\,\{110\}\,\{310\}\,\{\bar{1}11\}\,\{111\}\,\{021\}\,\{\bar{2}21\}$
7) $\{100\}\,\{010\}\,\{110\}\,\{130\}\,\{\bar{1}11\}\,\{111\}\,\{021\}\,\{\bar{2}21\}$
8) $\{100\}\,\{010\}\,\{110\}\,\{\bar{1}11\}\,\{111\}\,\{021\}\,\{\bar{2}21\}\,\{\bar{1}01\}$
9) $\{100\}\,\{010\}\,\{110\}\,\{\bar{1}11\}\,\{111\}\,\{\bar{2}21\}\,\{131\}\,\{\bar{1}51\}\,\{\bar{1}41\}$ Fig. 6, Taf. I
10) $\{100\}\,\{010\}\,\{110\}\,\{\bar{1}11\}\,\{111\}\,\{021\}\,\{\bar{2}21\}\,\{\bar{1}01\}\,\{130\}\,\{310\}$ Fig. 7, Taf. I [1]).

In der folgenden Tabelle sind die an schwarzen und grünen Krystallen gemessenen Winkel gegeben.

Kanten	Schwarze Krystalle			Grüne Krystalle		
	Zahl	Grenzen der Beobachtungen	Mittel	Zahl	Grenzen der Beobachtungen	Mittel
$(110):(1\bar{1}0)$	9	92° 47½′ — 93° 3′	92° 57′	5	92° 50′ — 93° 7′	92° 58′
$(110):(100)$	10	46 23 — 46 39	46 31	5	46 22 — 46 34	46 30
$(110):(010)$	4	43 29 — 43 34½	43 32 30″	3	43 26 — 43 35	43 30
$(210):(110)$	2	18 35 — 18 39	18 37	—	—	—
$(210):(100)$	2	27 42 — 27 44	27 43	1	—	27 49
$(310):(010)$	1	—	70 35	2	70 39 — 79 44	70 41 30″
$(310):(110)$	1	—	27 4	2	27 8 — 27 11	27 9 30
$(120):(010)$	1	—	25 29	2	25 26 — 25 30	25 28
$(130):(010)$	—	—	—	1	—	17 31
$(\bar{1}00):(\bar{1}01)$	3	74 29½ — 74 32½	74 30 30	1	—	74 18
$(010):(021)$	4	41 6 — 41 20	41 11 30	—	—	—
$(\bar{1}10):(\bar{1}11)$	4	58 44 — 58 48	58 46	4	58 47 [2]) — 59 2	58 55
$(\bar{1}10):(\bar{2}21)$	5	35 21 — 35 28	35 25 30	3	35 34½ — 35 40½	35 36

1) Auch die schwarzen, nadelförmigen Krystalle der Aggregate und der Laven zeigen oft einen solchen Habitus.

2) Wenig sichere Messung; von dieser abgesehen ist der niedrigste Grenzwerth 58° 51′.

Kanten	Schwarze Krystalle			Grüne Krystalle		
	Zahl	Grenzen der Beobachtungen	Mittel	Zahl	Grenzen der Beobachtungen	Mittel
$(100):(011)$	1	—	76°14′	—	—	—
$(100):(021)$	5	79°24½′—79°34′	79 28 30″	3	79°30′—79°35′	79°31′30″
$(\bar{1}00):(\bar{1}21)$	1	—	79 50	1	—	79 50
$(\bar{1}00):(\bar{2}21)$	4	61 36—61 42	61 38	2	61 33½—61 39	61 36
$(100):(111)$	4	53 54—53 58	53 56	1	—	53 52
$(\bar{1}00):(\bar{1}11)$	5	76 29—76 37	76 34	4	76 29½—76 42	76 38
$(\bar{1}00):(\bar{2}11)$	2	54 16—54 21	54 18 30	—	—	—
$(100):(\bar{3}11)$	4	39 47—39 56	39 52	—	—	—
$(\bar{1}11):(\bar{3}11)$	2	36 49—36 50	36 49 30	—	—	—
$(010):(\bar{1}21)$	1	—	41 19	1	—	41 17
$(010):(111)$	2	65 39—65 48	65 43 30	2	65 38—65 39½	65 38 30
$(111):(1\bar{1}1)$	2	48 27—48 30½	48 28 30	—	-	—
$(010):(\bar{1}11)$	3	60 20—60 30	60 24 30	4	60 22—60 28	60 25 30
$(010):(\bar{1}41)$	—	—	—	1	—	23 44
$(010):(\bar{1}51)$	1	—	19 33	1	—	19 29
$(\bar{1}11):(\bar{1}51)$	1	—	40 51 30	1	—	41 1
$(010):(\bar{1}61)$	1	—	16 30	—	—	—
$(010):(\bar{2}.13.2)$	1	—	15 0	—	—	—
$(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	6	59 10—59 24	59 17 30	4	59 4—59 16	59 10
$(\bar{1}11):(\bar{1}01)$	2	29 35—29 37	29 36	1	—	29 39 30
$(010):(\bar{2}21)$	2	47 40—47 45	47 42 30	3	47 43—47 55	47 47 30
$(010):(\bar{2}11)$	1	—	65 38	—	—	—
$(010):(\bar{3}11)$	2	70 57—71 0	70 58 30	—	—	—
$(110):(111)$	2	45 15—45 20	45 17 30	2	45 18—45 19	45 18 30
$(\bar{2}11):(\bar{1}10)$	2	45 27—45 31	45 29	—	-	—
$(021):(110)$	5	47 50—48 6	48 1 30	5	47 26—48 5	48 0 0
$(021):(\bar{1}11)$	4	30 25—30 34	30 30	—	—	—
$(010):(131)$	—	—	—	1	—	36 30
$(131):(111)$	—	—	—	1	—	29 19
$(131):(100)$	—	—	—	1	—	67 25
$(010):(041)$	—	—	—	1	—	23 38
$(010):(\bar{3}.12.1)$	1	—	13 50	-	—	—
$(\bar{1}00):(\bar{3}.12.1)$	1	—	79 0 0	—	—	—
$(\bar{1}11):(\bar{3}.12.1)$	1	—	49 58	—	—	—
$(010):(\bar{3}61)$	1	—	26 0 0	-	-	—
$(\bar{1}00):(\bar{3}61)$	1	—	69 17	—	-	—
$(\bar{1}11):(\bar{3}61)$	1	—	42 15	—		—

Es ist bekannt, dass die vulkanischen Mineralien oft Störungen in ihren Winkeln zeigen. G. Rose[1]), vom Rath[2]) und Verf.[3]) haben schon die

1) Pogg. Annalen **15**, 193.

2) Mineralogische Mittheilungen. Forts. VI, 22. Ueber die Winkel der Feldspathkrystalle. Pogg. Ann. 1868, **135**, 454.

3) F. Zambonini, Sul Sanidino. Rivista di Min. e Crist. Ital. 1900.

Unregelmässigkeiten des Sanidin bekannt gemacht; Strüver[1]) und Franco[2]) die des Idokras von Latium resp. vom Vesuv, A. Arzruni[3]) die Störungen des Amphibol von Ischia.

Am Pyroxen Latiums sind die geometrischen Unregelmässigkeiten sehr wenig wichtig.

Die Winkel der grünen und der schwarzen Varietät sind wenig verschieden und daher habe ich ein gemeinsames Axenverhältniss berechnet. Es ist:

$$a:b:c = 1,095314 : 1 : 0,5901233; \ \beta = 74^0\,7'\,40''.$$

In der folgenden Tabelle sind die berechneten Winkel, sowie das Mittel der an grünen und schwarzen Krystallen erhaltenen Werthe gegeben.

Kanten:	Zahl:	Grenzen der Beobachtungen:	Mittel:	Ber.:	Unterschied zw. Mess. u. Ber.
(110):($\bar{1}$10)	14	92° 47½′—93° 7′	92° 57′	92° 59′ 16″	—2′ 16″
(110):(100)	15	46 22 —46 39	46 30 30″	46 29 38	0 52
(110):(010)	7	43 26 —43 35	43 31 30	43 30 22	1 8
(110):(210)	2	18 35 —18 39	18 37	18 42 53	—5 53
(210):(100)	3	27 42 —27 49	27 45	27 46 45	—1 45
(310):(010)	3	70 35 —70 44	70 39 30	70 38 58	0 32
(310):(110)	3	27 4 —27 11	27 8	27 8 36	—0 36
(120):(010)	3	25 26 —25 30	25 28 30	25 23 18	5 12
($\bar{1}$01):($\bar{1}$00)	4	74 18 —74 32½	74 27 30	74 34 53	—7 23
(010):(021)	7	41 6 —41 20	41 11	41 22 32	—11 32
(010):(041)	1	—	23 38	23 46 13	—8 13
($\bar{1}$10):($\bar{1}$11)	10	58 44 —59 2	58 50 30	58 49 12	1 18
($\bar{1}$10):($\bar{2}$21)	8	35 21 —35 40½	35 29 30	35 29 56	—0 26
(100):(011)	1	—	76 14	76 14 26	—0 26
(100):(021)	8	79 24½—79 35	79 29 30	79 35 6	—5 36
($\bar{1}$00):($\bar{1}$21)	2	—	79 50	79 53 29	—3 29
($\bar{1}$00):($\bar{2}$21)	6	61 33½—61 42	61 37 30	61 36 52	1 38
(100):(111)	5	53 52 —53 58	53 55 30	53 58 22	—2 52
($\bar{1}$00):($\bar{1}$11)	9	76 29 —76 42	76 36	76 38 20	—2 20
($\bar{1}$00):($\bar{2}$11)	2	54 16 —54 21	54 18 30	54 14 58	3 32
($\bar{1}$00):($\bar{3}$11)	4	39 47 —39 56	39 52	39 45 5	6 55
($\bar{1}$11):($\bar{3}$11)	2	36 49 —36 50	36 49 30	36 53 15	—3 45

1) a. a. O.

2) P. Franco, Studi sull' idocrasia del Vesuvio. Bollettino Soc. Geolog. Ital., 1890. Ref. diese Zeitschr. **20**, 616.

3) Krystallographische Untersuchungen an sublimirten Titanit und Amphibol. Sitz.-Ber. d. kgl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin, 1882. Ausz. diese Zeitschr. 8, 296.

Kanten:	Zahl:	Grenzen der Beobachtungen:	Mittel:	Ber.:	Unterschied zw. Mess. u. Ber.:
(010):(111)	4	65° 38′ —65° 48′	65° 41′	65° 43′ 51″	—2′ 51″
(111):(1$\bar{1}$1)	2	48 27 —48 30½	48 28 30″	48 32 18	—3 48
(010):(131)	1	—	36 30	36 28 34	1 26
(131):(111)	1	—	29 19	29 15 17	3 43
(010):($\bar{1}$21)	2	41 17 —41 19	41 18	41 18 46	—0 46
(010):($\bar{1}$11)	7	60 20 —60 30	60 25	60 21 54	3 6
(010):($\bar{1}$51)	2	19 29 —19 33	19 31	19 22 12	8 48
($\bar{1}$11):($\bar{1}$51)	2	40 51½—41 1	40 56	40 59 42	—3 42
(010):($\bar{1}$41)	1	—	23 44	23 43 24	0 36
(010):($\bar{1}$61)	1	—	16 30	16 19 45	10 15
(010):($\bar{2}$.13.2)	1	—	15 0	15 7 58	—7 58
($\bar{1}$11):($\bar{1}\bar{1}$1)	10	59 4 —59 24	59 14 30	59 16 12	—1 42
($\bar{1}$11):($\bar{1}$01)	3	29 35 —29 39½	29 37	29 38 6	—1 6
(010):($\bar{2}$21)	5	47 40 —47 55	47 45 30	47 50 17	—4 47
(010):($\bar{2}$11)	1	—	65 38	65 38 26	—0 26
(010):($\bar{3}$11)	2	70 57 —71 0	70 58 30	71 2 6	—3 36
(110):(111)	4	45 15 —45 20	45 18	45 19 46	—1 46
($\bar{1}$10):($\bar{2}$11)	2	45 27 —45 31	45 29	45 27 44	1 16
(110):(021)	10	47 50 —48 6	48 1	48 1 56	—0 56
(021):($\bar{1}$11)	4	30 25 —30 34	30 31 30	30 27 26	4 4
(010):($\bar{3}$.12.1)	1	—	13 50	13 37 52	12 8
($\bar{1}$00):($\bar{3}$.12.1)	1	—	79 0	78 57 16	2 44
($\bar{1}$11):($\bar{3}$.12.1)	1	—	49 58	50 13 21	—15 21
(010):($\bar{3}$61)	1	—	26 0	25 52 24	7 36
($\bar{1}$00):($\bar{3}$61)	1	—	69 17	69 13 17	3 43
($\bar{1}$11):($\bar{3}$61)	1	—	42 15	42 17 4	—2 4
(100):(131)	1	—	67 25	67 26 45	—1 45

Nun ist Veranlassung, über die wichtige Frage der Hemiëdrie der Pyroxene Einiges zu sagen.

G. H. Williams[1]) hat einige nach z hemimorphe Pyroxenkrystalle beschrieben und später[2]) die Meinung ausgesprochen, dass sie der geneigtflächigen Hemiëdrie einzureihen wären.

Schon früher hatten andere Mineralogen auf Krystalle gleicher Ausbildungsart hingewiesen. Hessenberg[3]) hat einen solchen Krystall (wahr-

1) Note on some remarkable crystals of Pyroxene from Orange County, N. J. Amer. Journal of Science 1887, **34**, 275. Ausz. diese Zeitschr. **15**, 122.

2) On the possibility of Hemihedrism in the monoclinic crystalsystem, with especial reference to the Hemihedrism of Pyroxene. Amer. Journal of Science 1889, **38**, 115. Ref. diese Zeitschr. **19**, 646.

3) Mineralogische Notizen, Nr. 1, Taf. II, Fig. 18.

scheinlich von der Mussa-Alpe) abgebildet, Des Cloizeaux[1]) einen sehr merkwürdigen hemiëdrischen Augit von Warwick, Orange Co., N. J., und endlich hat Williams noch zwei andere dieser Art erwähnt[2]): einen von Grassy Lake nahe Rossie, St. Lawrence Co., N. J., und einen aus dem Dolomit von Canaan, Conn.

F. Rinne[3]) ist jedoch William's Ansicht entgegengetreten, weil die Aetzfiguren und die elektrischen Untersuchungen Hankel's ihnen widersprechen.

In der That schrieb H. Baumhauer[4]) in seiner Arbeit über die Aetzfiguren des Borax und des Diopsid: »Die beschriebenen Aetzfiguren des Diopsids sind vorzugsweise zurückzuführen auf eine Säule, auf verschiedene obere und untere Augitpaare und auf das Orthopinakoid.«

In der Folge haben die Aetzfiguren am Diopsid Greim[5]), Wülfing[6]) und H. Ries[7]) untersucht, und alle fanden sie in völliger Uebereinstimmung mit der holoëdrischen Klasse des monoklinen Systems. Im Gegensatze dazu hat A. Pelikan[8]) am Diopsid von Nordmarken, Ala und Finmossen (Schweden) neben kleinen Aetzfiguren, die nichts Besonderes bieten, noch andere in correlaten Stellungen erhalten. H. Baumhauer[9]) hat die von Pelikan beschriebenen anomalen Aetzfiguren wieder beobachtet, und er ist der Meinung, dass sie aus der Vereinigung von gewöhnlichen Figuren bestehen und daher der Pyroxen wirklich holoëdrisch sei.

Was nun das thermoëlektrische Verhalten betrifft, so hat Hankel[10]) bewiesen, dass der Diopsid von Ala negativ auf {100} und positiv auf den anderen Flächen, jener vom Zillerthal positiv auf {100}, negativ auf {010} wird.

Unter den von mir beobachteten Krystallen giebt es einige, welche der Meinung von Williams günstig sind, aber andere widerlegen sie entschieden.

1) Manuel de Minéralogie, Paris 1862, Atlas Pl. X, Fig. 58.

2) Siehe Fussnote 2) auf S. 50.

3) Beitrag zur Kenntniss des Skolezits. Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1894, **2**, 51. Ausz. diese Zeitschr. **26**, 648.

4) Weitere Mittheilungen über Aetzfiguren an Krystallen. Pogg. Ann. 1874, **153**, 15.

5) G. Greim, Ueber Aetzfiguren an Diopsid und Spodumen. Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. s. w. 1889, **1**, 252. Ausz. diese Zeitschr. **19**, 313.

6) E. A. Wülfing, Beiträge zur Kenntniss der Pyroxenfamilie in chemischer und optischer Hinsicht, Tübingen 1891. Ref. diese Zeitschr. **23**, 297.

7) a. a. O.

8) Ueber den Schichtenbau der Krystalle. Tschermak's miner. und petrogr. Mittheilungen 1897, **16**, 1. Ausz. diese Zeitschr. **30**, 511.

9) Ueber sogenannte anormale Aetzfiguren an monoklinen Krystallen, insbesondere an Colemanit. Diese Zeitschr. 1898, **30**, 97.

10) W. G. Hankel, Ueber die thermoëlektrischen Eigenschaften des Gypses, des Diopsides u. s. w. Abhandl. d. math.-physik. Klasse d. k. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 1878, **11**, 477.

Schwarze Krystalle mit hemimorphem Habitus sind schwer zu finden, weil sie sehr häufig die einfache Combination $\{100\}$ $\{010\}$ $\{110\}$ $\{\bar{1}11\}$ zeigen und die flächenreicheren selten an beiden Enden der Axe z gut ausgebildet sind. Ein 8 mm langer Krystall zeigte am oberen Ende $\{111\}$ und $\{\bar{2}21\}$, am unteren nur $\{111\}$, in der Prismenzone die beiden Pinakoide und $\{110\}$. Ein nach $\{010\}$ etwas tafelförmiger Krystall zeigte oben $\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{2}21\}$, $\{021\}$, unten nur $\{\bar{1}11\}$ und $\{\bar{2}21\}$.

Grössere Wichtigkeit bieten anscheinend die grünen Krystalle. Ein 5 mm langer Krystall hat an einem Ende $\{\bar{1}11\}$ und $\{\bar{2}21\}$ ziemlich gross, an dem anderen $\{111\}$, $\{111\}$ gross und $\{\bar{2}21\}$ sehr klein. An einem 2 mm langen Kryställchen finden sich am oberen Ende $\{\bar{2}21\}$ gross, $\{\bar{1}11\}$ klein und $\{021\}$ sehr klein; unten $\{\bar{1}11\}$ gross, $\{021\}$, $\{\bar{2}21\}$ klein und auch $\{111\}$. Ein anderes Kryställchen zeigt an einem Ende die Flächen von $\{\bar{1}11\}$, an dem anderen jene von $\{111\}$, $\{\bar{2}21\}$, $\{021\}$. Auch ein dunkelgrüner Krystall mit den Formen $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{310\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{2}21\}$, $\{021\}$, $\{111\}$ ist an beiden Enden der Axe z verschieden begrenzt: oben sind die zwei Flächen von $\{\bar{1}11\}$ vorherrschend, unten ist $\{\bar{2}21\}$ stark entwickelt und daher sind alle die anderen Formen sehr klein.

Dennoch überzeugt die blosse Beobachtung einer gewissen Zahl von Krystallen, dass der hemimorphe Habitus, welchen die Pyroxenkrystalle oft zeigen, ganz zufällig und wechselnd ist. Häufig sind, wie ich schon erwähnt habe, schwarze Krystalle, an denen die vier Flächen von $\{\bar{1}11\}$ nur paarweise gleich entwickelt sind, und oft finden sich die zwei gleichen Flächen beide rechts oder links der Symmetrieebene. Diese besondere Anordnung (wenn sie regelmässig wäre) ist nur durch die asymmetrische Hemiëdrie erklärbar, welche Williams durch das Fortfallen der zwei Flächen $(\bar{1}\bar{1}1)$ und $(1\bar{1}\bar{1})$ erhält. Also würden die Pyroxene zwei Hemiëdrieen darbieten: die geneigtflächige und die asymmetrische.

Aber was noch mehr ist, ich habe einen guten, 7 mm langen Krystall gefunden, welcher drei Hemiëdrieen darbieten würde. Die Flächen von $\{111\}$ haben die oben beschriebene Anordnung: sie sind also asymmetrisch-hemiëdrisch. Von $\{\bar{2}21\}$ sind nur $(\bar{2}21)$ und $(\bar{2}\bar{2}1)$ vorhanden, und dies kann nur durch geneigtflächige Hemiëdrie geschehen, im Gegensatze dazu hat $\{021\}$ nur die Flächen (021) und $(0\bar{2}\bar{1})$, was der Hemiëdrie mit parallelen Flächen entspricht.

Wenn man annehmen wollte, dass der Pyroxen hemiëdrisch ist, so wäre er in seiner Hemiëdrie sehr unbeständig.

Zeigt schon das Vorstehende, dass der Pyroxen als holoëdrisch zu betrachten ist, so nehmen die von mir am Augit Latiums erhaltenen Aetzfiguren alle Zweifel.

Ich habe nur die kleinen und durchsichtigen grünen Kryställchen untersucht; um die Aetzfiguren zu erhalten, habe ich Flusssäure und auch heisse

Salzsäure angewandt; letztere hat schon Ries für die Krystalle des Staates New York gebraucht.

Die Aetzfiguren auf {010} sind Parallelogramme, wie Baumhauer und Greim schon angegeben haben. Während aber die von Greim erhaltenen Parallelogramme ihre Seiten wenig verschieden zeigen, sind jene, welche ich beobachtet habe, viel schmäler, indem die kürzere Seite nur $\frac{1}{5}$ der anderen erreicht. Nur an einem Krystalle habe ich ausserdem die sechsseitigen Figuren gefunden, welche Baumhauer in Fig. 11 β seiner Arbeit gezeichnet hat.

Auf {100} habe ich meistens viele Streifen parallel der Axe z beobachtet. Nur selten fand ich die von Greim beschriebenen Aetzfiguren, Deltoïde mit gerundeten Seiten. Ausser diesen gewöhnlichen Aetzfiguren habe ich an einem nach z 3 mm langen Kryställchen auch zwei kleine Rechtecke gesehen; sie haben ihre kürzeren Seiten parallel der Axe y und daher ist ihre Längserstreckung den oben erwähnten Streifen parallel. Schon Baumhauer machte aber darauf aufmerksam, dass diese Streifen sich oft verbreitern, so dass langgestreckte sechsseitige Formen entstehen. Es springt in die Augen, dass diese beschriebenen Rechtecke nichts anderes sind, als ein besonderer Fall der von Baumhauer erwähnten Figuren.

Also nicht nur die geometrischen Beobachtungen, sondern auch die Aetzfiguren beweisen, dass der Pyroxen Latiums holoëdrisch ist. Es unterliegt keinen Zweifel, dass die Annahme Williams' widerlegt ist; dieselbe steht in Widerspruch selbst mit den Aetzfiguren, die Ries an Krystallen des Staates New York beobachtet hat, d. h. diejenigen Krystalle, für welche eben jene Annahme vorgeschlagen wurde.

Die grünen Krystalle, wie ich mich mit Hülfe vieler Proben versichert habe, zeigen eine chemische Zusammensetzung, die je nach der Farbe wechselt[1]). Die letztere geht von Dunkelgrün bis zu Grünlichgelb, selten auch bis Gelb. Die dunkelgrünen Krystalle enthalten eine bedeutendere Menge FeO, als die hellgrünen, in welchen ich 5,58 % FeO, 0,60 % Fe_2O_3 gefunden habe; aber auch diese letzteren zeigen eine merkwürdige Unbeständigkeit in ihrer Zusammensetzung, da andere Krystalle des gleichen Tones nur 4,37 % FeO enthielten. Die Schwierigkeit, eine genügende Menge von chemisch gleichartigen, grünen Krystallen zu sammeln, hat mich verhindert, ihre vollständige Analyse auszuführen. Durch Schmelzen in Natrium-Kaliumcarbonat erhält man eine Manganreaction, deren Intensität fast von Krystall zu Krystall abweicht. Chrom scheint völlig zu fehlen.

---

1) In dieser Beziehung sind einige seltene Krystalle zu erwähnen, welche an einem Ende der Axe z undurchsichtig und schwarz sind, während sie am entgegengesetzten Ende grün und durchsichtig erscheinen. Auch grüne Krystalle kommen vor, die an den beiden Enden der Axe z eine verschieden starke Färbung zeigen.

Die schwarzen Krystalle der Umgegend von Frascati, welche schon Klaproth analysirte, zeigen in kleinen Bruchstücken eine bouteillengrüne Farbe; das Pulver ist grün, in's Gelbliche fallend.

Die Schmelze in Natrium-Kaliumcarbonat zeigt eine deutliche, aber schwache Manganreaction, welche bald stärker, bald schwächer ist. Es ist bekannt, dass Klaproth 1 % MnO an den Krystallen von Frascati fand: Piccini erwähnt diesen Bestandtheil nicht.

Zur Eisenoxydulbestimmung wurde das Pulver nach der Pebal-Dölterschen Methode durch Schwefelsäure und Flusssäure in einer Kohlensäureatmosphäre aufgeschlossen und nach Verjagung der Flusssäure die Lösung mit Kaliumpermanganat titrirt.

Die Analyse hat gegeben (I.):

	I.	II.
SiO_2	48,86	49,42
TiO_2	0,37	—
Fe_2O_3	1,71	1,76
Al_2O_3	5,23	5,60
FeO	10,02	10,28
CaO	24,34	24,60
MgO	8,35	8,34
MnO	0,23	—
	99,12	100,00

Das mittlere spec. Gew. ist 3,441. Klaproth gab 3,40, Breithaupt[1]) für die »Augite aus Basalten und Laven, besonders von Frascati bei Rom« 3,419—3,439.

Meine Analyse ist gut der Formel

$$\begin{array}{l} 19\,CaMgSi_2O_6 \\ 13\,CaFeSi_2O_6 \\ 5\,CaAl_2SiO_6 \\ CaFe_2Si_4O_{12} \\ 2\,CaSiO_3 \end{array}$$

entsprechend; sie erfordert die unter II. stehenden Zahlen.

Unter dem Mikroskope, mit einer ziemlich starken Vergrösserung und durch {100} beobachtet, zeigen die grünen Krystalle eine grosse Menge amorpher Einschlüsse, welche fast den ganzen Raum des Schnittes ausfüllen. Diese Einschlüsse haben die verschiedensten Formen, jedoch zeigen die kleinsten, welche auch die zahlreicheren sind, meistens eine Form, die

1) Vollständige Charakteristik des Mineralsystems. Dresden und Leipzig 1832. Dritte Auflage, S. 142.

sich der rechteckigen nähert; die Seiten sind aber unregelmässig. Ferner sind diese kleineren Einschlüsse im Allgemeinen so angeordnet, dass ihre längeren Seiten ungefähr unter sich und der Axe z des grünen Krystalles parallel sind. Selten sind andere grössere Einschlüsse, die eine ganz unregelmässige Lage haben. Manchmal giebt es auch amorphe, bräunliche Einschlüsse, die senkrecht zur Axe z sind, so dass der Krystall in unvollkommene Zonen getheilt erscheint.

In den grünen Krystallen habe ich Kryställchen von schwarzem Augit und Magnetitkörnchen gefunden. Die schwarzen Augitkryställchen sind immer mit {100} angewachsen, und ihre Lage ist ganz regellos. Dennoch lässt sich eine Neigung zur regelmässigen Vereinigung bisweilen erkennen, indem sich die schwarzen, grösseren Kryställchen annähernd der Kante [100 : 110] parallel oder senkrecht zu der entsprechenden Kante des grünen Krystalles orientiren. Die Magnetitkörnchen sind selten und sehr klein. Sehr selten habe ich Leucit beobachtet.

Die Schnitte des Augit von Frascati sind schön grün; sie zeigen durch (100) amorphe Einschlüsse, die zahlreicher als in der grünen Varietät und sehr unregelmässig verflochten sind. Sie sind oft von Stäbchen-ähnlicher Form; die kleinsten sind abgerundet. Auch der schwarze Augit zeigt Magnetitkryställchen eingeschlossen.

In einem fast gelben Krystalle, der jenen mit 4,37 % FeO ähnlich war, fand ich die Auslöschungsschiefe auf (010) = 49°. In einem grünen Krystalle, welcher genau den Krystallen mit 5,58 % FeO, 0,60 % Fe_2O_3 vergleichbar ist, erreicht der Winkel $c:\mathfrak{c}$ = 50° 50′. An einem schwarzen Krystalle habe ich $c:\mathfrak{c}$ = 54° 30′ beobachtet; nach Wiik[1]) ist dieser Winkel = 54°.

Tschermak und Andere haben die Ansicht ausgesprochen, dass der Winkel $c:\mathfrak{c}$ mit dem FeO-Gehalte regelmässig steige, und dieser Meinung war auch Wiik[2]). In einer späteren Arbeit[3]) bewies Derselbe aber, dass die Resultate der Erfahrung in Widerspruch mit dieser Annahme seien. Herwig[4]) vermuthete, dass man nicht einen einzelnen Bestandtheil zum Ausgangspunkte des Vergleiches nehmen dürfe, sondern die entsprechenden Silicate. Dölter[5]) entwickelte diese Ansicht Herwig's weiter; er erkannte an, dass keine regelmässige Beziehung zwischen FeO-Gehalt und Auslösch-

1) Mineralogiska och petrografiska meddelanden, VIII. Finska Vetensk. Soc. Förhandl. 1883, **25**. Auch diese Zeitschr. 1883, **8**, 203.

2) Mineralogiska meddelanden. Finska Vet. Soc. Förhandl. 1882, **24**. Auch diese Zeitschr. 1882, **7**, 78.

3) a. a. O. (diese Zeitschr. **8**, 203).

4) Gymnasialprogramm Saarbrücken 1884. Ausz. diese Zeitschr. **11**, 67.

5) Ueber die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften von der chemischen Zusammensetzung beim Pyroxen. Neues Jahrbuch f. Min., Geol. u. s. w. 1885, **1**, 43. Ref. diese Zeitschr. **11**, 624.

ungsschiefe besteht, und glaubte ein regelmässiges Verhältniss zwischen Auslöschungsschiefe und der Menge des Diopsidsilicates zu finden. Diese Beziehung ist aber noch nicht genau festgestellt.

Bis jetzt können wir für sicher halten, dass es keine Abhängigkeit zwischen dem Gehalt an *FeO* und dem Winkel $c:\mathfrak{c}$ giebt. Das wird auch durch meine Messungen bestätigt.

Bei dem Diopsid von Ihtis mit 4,81 % *FeO* (Castren) und dem grünen Malakolith von Lojo (Hermala) mit einem *FeO*-Gehalte von 4,97 % (Hjelt) ist nach Wiik $c:\mathfrak{c} = 38^0-40^0$ resp. $39^0\,30'$, während ich bei den gelblichen Krystallen Latiums mit einem gleichen *FeO*-Gehalte $c:\mathfrak{c} = 49^0$ gefunden habe. Malakolith von Tavatsby (*FeO* = 5,52 nach Renqvist) und der Augit des Basalttuffes von Teplitz (5,45 *FeO* Rammelsberg) haben Wiik $c:\mathfrak{c} = 41^0$ resp. $46^0\,40'$ geliefert; die Krystalle Latiums mit einem *FeO*-Gehalte gleich 5,58 zeigen mir $c:\mathfrak{c} = 50^0\,50'$. Also für einen gleichen *FeO*-Gehalt drei sehr verschiedene Auslöschungsschiefen.

Viola und Kraus (s. die vorhergehende Abh. S. 36 f.) haben unter dem Namen »Fedorowit« einen hellgrünen Pyroxen aus der Prov. Rom beschrieben, welcher sich von der mir vorliegenden grünen Varietät von Latium (s. S. 39 Anmerk. 1) durch die grössere Auslöschungsschiefe (65^0-75^0), durch die chemische Zusammensetzung und den Krystallhabitus unterscheidet. Piccini's Analyse (s. S. 38) bezieht sich, wie meine *Fe*-Bestimmungen (s. vor. S.) zeigen, unzweifelhaft auf die von mir beschriebene Varietät, welche den Habitus des Augit, stets $\{\bar{1}11\}$ und niemals $\{011\}$ und $\{001\}$ zeigt, während der Fedorowit als Hauptformen $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{001\}$, $\{011\}$ aufweist. Die nach Viola mit dem Fedorowit vorkommenden Mineralien Enstatit und Eisenglanz habe ich als Begleiter meines grünen Pyroxens nie gefunden.

Nachschrift. Während des Druckes dieses Aufsatzes habe ich noch viele schwarze und grüne Krystalle untersucht. Besonders bemerkenswerth ist ein gelblichgrünes Kryställchen mit den Formen $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{021\}$, $\{\bar{2}21\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{111\}$, welches an den Combinationskanten von $\{100\}$ und $\{\bar{2}21\}$ die neue Hemipyramide

$$\{\bar{6}21\} \qquad 6\text{-}P3 \qquad b^{\frac{1}{4}}\, b^{\frac{1}{8}}\, h' \qquad 3a' : b : 6c \qquad \mathfrak{H}$$

bietet. Diese neue Form hat kleine, aber sehr glänzende Flächen, die sehr genaue Messungen geliefert haben:

	gem.	ber.
$(\bar{1}00):(\bar{6}21)$	$26^0\,40'$	$26^0\,41'\,41''$
$(010):(\bar{6}21)$	$70\;\;4$	$69\;57\;20$

V. Mikroskopische Studien über die Krystallisation des Gypses.

Versuche von

Otto Maschke † in Breslau.

Mitgetheilt von

Heinrich Vater in Tharandt.

(Hierzu Tafel II.)

Herr Medicinal-Assessor a. D. Dr. Otto Maschke in Breslau hat bei seinem Ableben im Januar 1900 nahezu einhundert von ihm hergestellte mikroskopische Präparate sowie dazu gehörige Aufzeichnungen hinterlassen. Die letzteren führen den obigen Titel und enthalten in Form eines Tagebuches eingehende Angaben über die Herstellungsweise der Präparate und hin und wieder Andeutungen darüber, was die Präparate unmittelbar zeigen. Der Schwiegersohn des Verstorbenen, Herr Geheimrath Prof. Dr. M. Krause in Dresden, hat die Freundlichkeit gehabt, mir Präparate und Manuscript zur Bearbeitung und Veröffentlichung anzuvertrauen. Die im Folgenden mitgetheilten Versuche sind somit von Herrn Dr. Otto Maschke geplant und ausgeführt worden. Die Beschreibung der Ausführung ist nur eine Zusammenfassung der in dem hinterlassenen Manuscript für jeden Versuch einzeln durchgeführten Angaben. Die Darstellung der Versuchsergebnisse habe ich ausschliesslich nach den Präparaten ausgearbeitet. Die Vergleichung der Ergebnisse mit verwandten Erscheinungen habe ich hinzugefügt.

Eine Durchsicht der Präparate und des Manuscriptes liess sogleich erkennen, dass die Studien darauf gerichtet waren, den Einfluss von Eosin, Hämatoxylin und Gummi arabicum [1]) auf die Krystallisation des Gypses

[1]) Präparate, welche unter Anwendung anderer, als der oben genannten Zusätze hergestellt worden wären, lagen nicht vor. Nach einer nicht näher ausgeführten Stelle des Manuscriptes des Herrn Maschke gelangen Färbungen des Gypses auch mittelst Natroncarmin und Lakmus. Es wird nicht angegeben, ob auch noch andere Farbstoffe geprüft worden sind.

festzustellen. Retgers, von dem die einzige bisher vorliegende systematische Untersuchung »Ueber die künstliche Färbung von Krystallen anorganischer Körper mittelst organischer Farbstoffe«[1]) herrührt, hat den Gyps nicht mit untersucht. Auch von anderer Seite ist dies nicht geschehen. Hier treten die vorliegenden Studien ergänzend ein.

Die Präparate sind sämmtlich in der Weise hergestellt worden, dass gesättigte wässerige Gypslösung zusatzfrei oder mit den Zusätzen versehen in Tropfen auf Objectträgern bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten gelassen wurde[2]).

Krystallisation des Gypses aus zusatzfreier Lösung.

Um den Einfluss der Lösungsgenossen auf die Krystallisation des Gypses auffinden zu können, wäre zunächst jene Gestalt[3]) dieser Substanz festzustellen, in welcher sie sich aus zusatzfreier Lösung ausscheidet. Die Krystallisationen aus dergleichen Lösungen zeigen im grossen Ganzen denselben Anblick, wie jene allbekannten Gypskrystalle, welche bei der mikrochemischen Analyse in der Regel erhalten werden[4]). Nur die bei den letzterwähnten Krystallen so häufigen Zwillingsbildungen und Verwachsungen treten bei Ausscheidung aus zusatzfreier Lösung meist, aber nicht immer, sehr zurück. Wie bei den Krystallisationen, welche in der Regel bei der mikrochemischen Analyse auftreten, so schwankt auch bei Ausscheidungen aus Gypslösungen, deren chemische Reinheit erstrebt wurde, nach meinen früheren Erfahrungen das Verhältniss der Erstreckungen nach den Axen a

1) J. W. Retgers, Beiträge zur Kenntniss des Isomorphismus VIII, Abschn. XXII (mit obigem Titel), Zeitschr. f. phys. Chemie, 1893, **12**, 600; Auszug in dieser Zeitschr. 1896, **25**, 512, und IX. Abschn. XXIV, Nachtrag zum Abschnitt XXII, Zeitschr. f. ph. Ch. 1894, **14**, 34, Auszug in dieser Zeitschr. 1896, **26**, 636.

2) Vielfach ist derselbe Versuch unter Verdunstenlassen in der Luft des Zimmers und im Exsiccator über Schwefelsäure, mitunter auch noch im Exsiccator über Natronkalk mit stets gleichem Ergebnisse wiederholt worden.

3) Es liegt nahe hier »Form« zu sagen. Da jedoch die Bezeichnung »Krystallform« eine bestimmte, sich mit »Form« im allgemeinen Sinne nicht vollkommen deckende Bedeutung besitzt, so empfiehlt sich, um diesen Doppelsinn zu vermeiden, die Form des gesammten Krystalles mit »Gestalt« zu bezeichnen. Nur wenn an einem Krystalle eine einzige Krystallform auftritt, ist, abgesehen von Verzerrungen etc., »Krystallform« und »Gestalt« im eben angegebenen Sinne identisch. Letzteres ist z. B. beim Rhomboëder der Fall. Daher ist mir früher bei einer entsprechenden Untersuchung der Doppelsinn des Wortes »Form« nicht aufgefallen (s. Vater, Ueber den Einfluss der Lösungsgenossen auf die Krystallisation des Calciumcarbonates, Theil I. Diese Zeitschr. 1893, **21**, 433, a. S. 440).

4) Vergl. die Abbildungen der durch mikrochemische Reactionen entstehenden Gypskrystalle z. B. in H. Behrens, Anleitung zur mikrochemischen Analyse, 2. Aufl., 1899, 68; Reinhard Brauns, Chemische Mineralogie, 1896, 35; und Gustav Tschermak, Lehrbuch der Mineralogie, 5. Aufl., 1897, 236.

und c von Fall zu Fall und allermeist auch bei derselben Krystallisation beträchtlich. Ebenso ist die relative Erstreckung nach der Axe b von Fall zu Fall verschieden. Trotzdem ist selbstverständlich anzunehmen, dass die von Lösungsgenossen thatsächlich unbeeinflusste Gestalt des Gypses Abmessungen von constantem Verhältnisse besitzt. Die eben geschilderte Erscheinung beweist, dass die »zusatzfreien« Lösungen des Gypses dennoch Substanzen enthalten, welche bei der Ausscheidung seine Gestalt beeinflussen. Die Krystallisationen aus »zusatzfreier« Gypslösung lassen daher nicht ohne weiteres die von Lösungsgenossen unbeeinflusste Gestalt erkennen. Es hat aus diesem Grunde bei der vorliegenden Untersuchung an Stelle der letzteren die aus der angewandten, von absichtlichen Zusätzen freien Lösung entstandene Krystallisation zu treten.

Die angewandte zusatzfreie Lösung war aus pulverisirtem Gyps und destillirtem Wasser bereitet worden. Sie wurde bis auf einen kleinen Theil in einer gläsernen Flasche aufbewahrt und es wurden ihr je nach Bedarf die zu den Versuchen nothwendigen und nun erst eventuell mit Zusätzen versehenen Mengen entnommen. Ein kleiner Theil der Lösung wurde in einer silbernen Schale aufgehoben. Als nach ein paar Jahren daraufhin geprüft wurde, ergab die in der Flasche aufbewahrte Lösung genau die gleiche Krystallisation wie seiner Zeit frisch bereitet und die nunmehr auch geprüfte Lösung in der silbernen Schale. Es ist daher im vorliegenden Falle ein merklicher Einfluss des Glases nicht vorhanden. Die aus dieser zusatzfreien Lösung erhaltenen Krystalle schwankten in ihrer Entwickelung zwischen den durch die Figg. 1 und 2, Taf. II dargestellten Extremen. Langprismatische, der Fig. 1 [1]) entsprechende oder nahestehende Krystalle herrschen bedeutend vor, die Zwischenstufen treten zurück, während die tafelförmigen, der Fig. 2 sich nähernden oder entsprechenden Krystalle wieder etwas zahlreicher vorhanden sind. Allermeist liegen die Krystalle einzeln. Nur selten bilden die langprismatischen Krystalle wenig- bis vielstrahlige Büschel, die theils einseitig, theils rundum entwickelt sind, und auch nur selten sind die tafelförmigen Krystalle (nach $\{100\}\infty\bar{P}\infty$) verzwillingt, oder in unregelmässiger Weise zu Gruppen verwachsen. Es liegt nahe, diese Krystalle nach Analogie mit der verbreitetsten Gestalt der natürlich vorkommenden aufgewachsenen Gypskrystalle als die Combination $\{010\}\infty P\!\!\!/\infty$, $\{110\}\infty P$, $\{111\}-P$ zu deuten und anzunehmen, dass die Flächen von $\{111\}-P$ nur wegen ihrer steilen Lage [2]) und der geringen Dicke der Krystalle als Linien erscheinen, welche dem Anblicke nach mit den Combinationskanten von $\{010\}\infty P\!\!\!/\infty$ mit $\{101\}-\bar{P}\infty$ identisch sind. Die Richtigkeit der Bestimmung des Klinopinakoides und des Prismas, sowie der Annahme, dass entweder

1) Vergl. auch die Erklärung der Tafel S. 71.

2) ca. 72° gegen den Objecttisch.

{111}—P oder {101}—$\bar{P}\infty$ vorliegt, wird erwiesen durch die Lage der Auslöschungsrichtung, die Winkel der Umgrenzung des Klinopinakoids und die Lage der Spaltbarkeiten nach {100}$\infty\bar{P}\infty$ und {$\bar{1}$11}P. Da auch die von mir künstlich dargestellten Gypskrystalle[1] {111}—P und nicht {101}—$\bar{P}\infty$ aufweisen, so war mir das Auftreten der Pyramide um so wahrscheinlicher. Trotz eingehender Versuche war es jedoch nicht möglich, die Existenz der Pyramide nachzuweisen. Die vorliegende Combination ist daher als {010}$\infty\bar{P}\infty$, {110}∞P, {101}—$\bar{P}\infty$ aufzufassen. Diese Deutung erhält dadurch eine Unterstützung, dass die übrigen hier zu beschreibenden Krystallisationen sicher {101}—$\bar{P}\infty$ und nicht {111}—P führen[2]. Ich vermuthe, dass Fig. 1, Taf. II der von Lösungsgenossen unbeeinflussten Gestalt des Gypses entspricht.

Krystallisation des Gypses aus Eosin-haltigen Lösungen.

In Theilen der zusatzfreien Gypslösung wurden je $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ und 1 % Eosin gelöst und Tropfen dieser Lösungen zur Trockniss verdunsten gelassen. Die Verdunstungsrückstände enthielten gefärbte Gypskrystalle und krustenförmige Ausscheidungen von Farbstoff. Die letzteren wurden theils mittelst absoluten Alkohols, theils mittelst gesättigter zusatzfreier Gypslösung entfernt. Selbst bis zu 14 Tagen verlängerte Einwirkung des Alkohols bezw. der Gypslösung veränderte die Färbung der Krystalle nicht.

Bei sämmtlichen Versuchen zeigten die Krystalle (vergl. Figg. 3—12, Taf. II) deutlich die Combination {010}$\infty\bar{P}\infty$, {110}∞P, {101}—$\bar{P}\infty$. Da die Neigung der Prismenflächen zum Klinopinakoid ca. 56°, jene der Flächen von {111}—P ca. 72° beträgt, so würden eventuell auftretende Pyramidenflächen in der Projection auf das Pinakoid eine Breite besitzen, welche, dem Verhältnisse der Cosinus jener Winkel entsprechend, reichlich die Hälfte der Breite der Prismenflächen betragen müsste. Derartige Flächen liessen jedoch die Krystalle nicht erkennen. Zwei Krystalle, deren Gestalt der Fig. 10 entsprach, waren im Gegensatze zu allen anderen in Eosin-haltiger Lösung entstandenen Krystallen nicht mit dem Klinopinakoide, sondern mit einer Fläche von {101}—$\bar{P}\infty$ aufgewachsen. Ihre freien Enden zeigten unmittelbar, dass {101}—$\bar{P}\infty$ und nicht {111}—P vorliegt. Es war somit, soweit sich dies bei der Schwierigkeit der Ermittelung der unbeeinflussten Gestalt feststellen lässt, die Gegenwart des Farbstoffes in der Lösung ohne Einfluss auf die Auswahl der Formen, welche die Gypskrystalle umgrenzen, geblieben.

Die Krystalle hatten ausnahmslos Farbstoff aufgenommen. Diese Farb-

1) Vater, Einige Versuche über die Bildung des marinen Anhydrites, Sitz.-Ber. der kgl. preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin, 1900, 269, Versuche 138—146.

2) Siehe unten die Seiten 60, 65, 68 und 70.

stoffaufnahme erstreckte sich jedoch nicht durch die gesammte Masse der Krystalle, sondern die einzelnen Sectoren[1]) = Anwachskegel[2]) verhielten sich verschieden. Uebereinstimmend bei allen Versuchen färbten sich nur die zu $\{101\}-P\infty$ gehörigen Anwachskegel, so dass die Krystalle in Folge der Färbung die sogenannte Sanduhrstructur annahmen (vergl. die Tafel).

Die bis zu Anfang des Jahres 1893 unternommenen Versuche, die Entstehung der Sanduhrstructur zu erklären, hat Blumrich[3]) besprochen. Er gelangte zu dem Ergebnisse, dass die Sanduhrstructur als eine besondere Structurform der Mineralien anerkannt werden müsse und durch Ablagerung von etwas verschiedenen isomorphen Mischungen auf den verschiedenen Krystallflächen bedingt werde. Inzwischen hatte O. Lehmann[4]) bei seinen Versuchen, Krystalle organischer Verbindungen durch Auskrystallisirenlassen aus farbstoffhaltiger Lösung zu färben, einige Beispiele der Bildung der Sanduhrstructur erhalten, welche lediglich in Folge verschiedener Farbstoffaufnahme seitens der verschiedenwerthigen Sectoren entstanden waren. Völlig entsprechende Krystalle erhielt Pelikan[5]) bei der Wiederholung des bekannten Sénarmont'schen Versuches, Strontiumnitrat aus einer Campêcheholzextract-haltigen Lösung auskrystallisiren zu lassen. Es war dies das erste Beispiel der künstlichen Darstellung von Krystallen mit Sanduhrstructur auf anorganischem Gebiete. Bei den oben erwähnten Versuchen von Retgers traten keine derartigen Krystalle auf. Später hat Pelikan[6]) sämmtliche bisher bekannte Vorkommnisse der Sanduhrstructur im Mineralreiche zusammengestellt. Ihr näheres Studium führte ihn zu der Ansicht, »dass das Zustandekommen der sogenannten Sanduhrstructur überhaupt nicht auf das Hinzutreten isomorpher, sondern im Gegentheil auf die An-

1) Die Bezeichnung »Sector« im obigen Sinne wird von O. Lehmann angewendet. Die Spitze des Sectors ist der Mittelpunkt (Krystallisationspunkt) des Krystalles, die Basis die wachsende Krystallfläche. Vergl. O. Lehmann, Ueber künstliche Färbung von Krystallen, Zeitschr. f. phys. Chem. 1891, **8**, 543, Auszug in dieser Zeitschr. 1894, **22**, 609, und Ueber künstliche Färbung von Krystallen und amorphen Körpern, Ann. Phys. Chem. N. F. 1894, **51**, 47, Auszug in dieser Zeitschr. 1897, **27**, 438. Diese Abhandlungen werde ich unten durch die Angaben I und II citiren.

2) Die Bezeichnung »Anwachskegel« ist eingeführt worden durch: F. Becke, Der Aufbau der Krystalle aus Anwachskegeln, Lotos 1894, N. F., **14**, 1. F. Becke bemerkt a. a. O. zutreffend: »(Anwachs-)Pyramiden wäre genauer. Indessen spielt der Terminus Pyramide in der Krystallographie in anderer Bedeutung eine wichtige Rolle, weshalb ich ihn hier vermeiden wollte.«

3) Jos. Blumrich, Ueber die sogenannte Sanduhrform der Augite. Tscherm. min.-petr. Mitth. N. F. 1892, **13**, 239. Hierin auch Angaben über die erste Beschreibung dieser Structur. Auszug diese Zeitschr. 1896, **25**, 611.

4) a. a. O. I und II.

5) A. Pelikan, Sanduhrförmig gebaute Krystalle von Strontiumnitrat. Tscherm. min.-petr. Mitth. N. F. 1892, **13**, 258. Auszug diese Zeitschr. 1896, **25**, 611.

6) A. Pelikan, Ueber den Schichtenbau der Krystalle. Tscherm. min.-petr. Mitth. N. F. 1897, **16**, 1. Auszug diese Zeitschr. 1899, **30**, 511.

wesenheit nichtisomorpher Stoffe zurückgeführt werden muss«[1]). Dieser Ansicht schliesst sich auch Westhoff[2]) an. Da die vorliegenden Krystalle mit Sanduhrstructur ihrer Bildung nach nur aus Gyps und dem hiermit nicht isomorphen Eosin bestehen, so bilden sie einen neuen Beweis dafür, dass dergleichen Krystalle thatsächlich in der von Pelikan angenommenen Weise entstehen können[3]). Sehr viele natürliche Vorkommnisse sind sicher so entstanden (vergl. Pelikan's Abhandlung). Doch halte ich es nicht für unmöglich, dass es auch Fälle giebt, in denen bei Krystallisation von isomorphen Gemischen in der von Blumrich angenommenen Weise sich Krystalle mit Sanduhrstructur bilden.

Die dem Gyps durch das Eosin ertheilte Färbung ist, wie regelmässig bei der Färbung durch organische Farbstoffe, »dilut«. Selbst bei einer Apertur der Objectivlinse = 1,26 konnten mit dem Mikroskope keinerlei besondere farbige Theilchen wahrgenommen werden. Es ist demgemäss das Eosin »molekular« eingelagert. Der Farbenton, den die Anwachskegel erlangt hatten, war ausgesprochen rosa und stimmte mit jenem Tone überein, den Eosin der Seidenfaser verleiht[4]). Da während der Krystallisation der Gehalt der Lösung an Farbstoff in Folge der Verdunstung zunahm, so färbten sich die neu hinzutretenden Molekularschichten der Anwachskegel immer intensiver[5]). Diese Intensitätszunahme ist um so bemerkbarer, je schwächer die Färbung überhaupt ist, und wird bei stärkerer Färbung immer unauffälliger. Aus naheliegenden Gründen habe ich nicht versucht, diese Intensitätsunterschiede in der Färbung desselben Kegels bei den Figuren zur Darstellung zu bringen. Die mittlere Intensität der Färbung der Anwachskegel nahm mit steigendem Anfangsgehalt der Lösung an Eosin in der unten näher erörterten Weise zu. Die Figuren versuchen eine Vorstellung von der Verschiedenheit der mittleren Intensität hervorzurufen. Die gefärbten Anwachskegel zeigen keinen Pleochroïsmus, welcher Mangel bei künstlich gefärbten Krystallen die Ausnahme bildet[6]). Zwischen gekreuzten Nicols löschten die gefärbten Anwachskegel gleichzeitig mit den ungefärbten aus und zwar gleich vollkommen.

---

1) a. a. O. S. 63.

2) F. Westhoff, Untersuchungen über die Krystallstructur der Glieder der Aragonitgruppe. Inaug.-Diss. der Univ. Freiburg i. d. Schweiz 1899, S. 46.

3) Entsprechendes gilt für die aus Hämatoxylin- bezw. Gummi arabicum-haltigen Lösungen entstandenen Gypskrystalle mit Sanduhrstructur, welche unten beschrieben werden.

4) Vergl. z. B. die ausgefärbte Probe in: Richard Möhlau, Organische Farbstoffe etc. 1890, S. 229. — Der Farbenton der Figg. 3—13 entspricht nicht jenem der Krystalle.

5) Die Richtigkeit dieser Annahme wird durch die entsprechende Erscheinung bei wachsendem Anfangsgehalte der Lösung an Farbstoff erwiesen (S. 63 und 64). Vergl. noch S. 63, Anm. 2.

6) Vergl. O. Lehmann, I, § 2 und die einzelnen Angaben von Retgers a. a. O.

Die gefärbten Anwachskegel besassen meist eine wohlentwickelte Spitze, welche mit jener des gegenüberliegenden Anwachskegels in einem Punkte zusammentraf, wie dies die Figg. 4—12, Taf. II zeigen. Mitunter begann jedoch der Anwachskegel der Pyramidenflächen erst während des Wachsthums sich zu färben. Fig. 3 giebt ein relativ häufig auftretendes Beispiel jener Entwickelung. Die Mäntel der gefärbten Anwachskegel liessen in der allein beobachtbaren Ansicht ausnahmslos eine mehr oder minder concave Form erkennen, was die Figg. 4—12 darzustellen versuchen[1]). Die Basis der Anwachskegel fiel in der Regel genau mit den betreffenden Orthodomenflächen zusammen. Sehr selten kamen jedoch auch Bildungen vor, wie Fig. 4 eine solche erkennen lässt. Jene Kanten der Anwachskegel, welche von deren Spitze nach den nicht in der Symmetrieebene gelegenen Ecken der Orthodomenflächen verlaufen, konnten nicht wahrgenommen werden[2]). Mit der Zunahme der mittleren Intensität der Färbung verband sich eine Aenderung der Gestalt der Anwachskegel und somit der Gypskrystalle in zweierlei, oder, wenn man eine Wachsthumsstörung mitzählt, in dreierlei Hinsicht. Mit wachsender Intensität der Färbung werden die Anwachskegel immer stumpfer, die Krystalle nehmen immer mehr an Dicke nach der Axe *b* zu, so dass die Prismenflächen immer breiter werden, und an Stelle normaler Orthodomenflächen treten immer merklicher gewölbte Formen. Die Figg. 6—12 zeigen diese Erscheinungen an typischen Beispielen.

Die Färbung und mit dieser die Gestaltsänderung waren bei den einzelnen Versuchen um so beträchtlicher, je höher der Anfangsgehalt der angewandten Lösung an Eosin gewesen war. Diese Erscheinung trat im grossen Ganzen sehr auffällig hervor. Im Einzelnen wurde sie jedoch durch zwei Nebenumstände etwas verdeckt. Zunächst wirkte störend, dass die Krystallisation des Gypses aus zusatzfreier Lösung nicht einheitlich ist, sondern neben den stark überwiegend auftretenden langprismatischen Krystallen auch bereits mehr oder minder tafelförmige Krystalle aufweist. Zweitens ist ungünstig, dass die Verdunstung der Gypslösungen bis zur Trockniss durchgeführt worden ist. Es haben deshalb die Krystallausscheidungen der einzelnen Versuche wohl bei verschiedenem Gehalt der Lösung an Farbstoff begonnen, aber alle bei dem gleichen Zustande der Sättigung an ihm geendet. Diese störenden Einflüsse machten sich jedoch nur in der Weise geltend, dass bei den einzelnen Krystallisationen eine Minderheit der Krystalle bereits einen Zustand zeigte, welcher erst bei einem höheren Anfangsgehalte der Lösung an Farbstoff vorherrschend wird. — Bei Anwendung einer Lösung mit einem Anfangsgehalte von $\frac{1}{8}$ % Eosin überwogen ganz bedeutend Krystalle, von denen Fig. 6 ein typisches Beispiel giebt.

---

1) Ueber die Ursache dieser Gestaltung siehe S. 64.

2) Dies zeigt, dass unter den vorliegenden Verhältnissen die Dicke der gefärbten Schicht keinen augenfälligen Einfluss auf die Färbung ausübt.

Die Intensität der Färbung dieser Krystalle war so gering, dass die Färbung nach der Spitze der Anwachskegel zu mitunter fast unmerklich wurde, während nach den Orthodomenflächen zu die Färbung stets recht deutlich hervortrat. Zu diesen Krystallen gesellten sich einige wenige, deren Anwachskegel (wie bei allen noch zu erwähnenden Krystallen) bis zur Spitze deutlich gefärbt waren und deren Erstreckung nach der Axe *a* beträchtlicher war, als wie Fig. 6 es zeigt. Fig. 7 stellt den Grenzfall in dieser Richtung dar. Dass sich keine tafelförmigen Krystalle fanden, wie solche doch bereits die zusatzfreie Lösung entstehen lässt, beruht wohl auf Zufall. — Die aus einer Lösung mit $\frac{1}{4}$ % Eosin Anfangsgehalt entstandenen Krystalle waren ebenfalls noch vorherrschend prismatisch, und zwar hauptsächlich von der Gestalt Fig. 7, welche die zugleich längstprismatische und häufigste Gestalt dieser Ausscheidungen darstellt. Daneben fanden sich zurücktretend und in allen Zwischenstufen, wie z. B. Fig. 8, kürzere Prismen und tafelförmige Krystalle bis zu Dimensionen, wie solche Fig. 9 aufweist. — Bei den Krystallisationen mit $\frac{1}{2}$ % Eosin als Anfangsgehalt schaarten sich die an Zahl weit vorherrschenden und zugleich am meisten nach *c* ausgedehnten Krystalle um die in Fig. 8 dargestellte Gestalt. An Menge zurücktretend, zeigten jedoch etliche Individuen Gestalten, deren Erstreckung nach *a* jener nach *c* gleichkommt, ja überwiegt. Fig. 9 giebt ein Beispiel von sich noch relativ häufig vorfindenden Krystallen. Gestalten wie Fig. 10 waren weniger häufig. Fig. 11 stellt die bei $\frac{1}{2}$ % Eosin nur sehr selten als Grenzfall auftretende Gestalt dar. — Die sich aus einer Lösung mit einem Anfangsgehalte von 1 % Eosin ausscheidenden Gypskrystalle waren sämmtlich tafelförmig, und war bei ihnen ausnahmslos die Erstreckung nach *a* grösser, wie jene nach *c*. Fig. 10 zeigt das vorherrschende Aussehen. Gestalten wie Fig. 11 fanden sich daneben noch relativ häufig. Fig. 12 stellt die nur sehr selten auftretenden, am intensivsten gefärbten und am meisten in ihrer Gestalt beeinflussten Krystalle dar. — Es beruht wohl auf Zufall, dass die mit Eosin gefärbten Krystalle von langprismatischer Gestalt nur in einzeln entwickelten Individuen und nicht auch zu Bündeln vereinigt beobachtet wurden. Die mehr tafelförmigen gefärbten Krystalle zeigten Zwillingsbildungen und besonders unregelmässige Verwachsungen weit häufiger, als dies bei den aus zusatzfreier Lösung ausgeschiedenen Krystallen der Fall war.

Der Erscheinung, dass mit steigendem Gehalte der Lösung an Eosin die relative Erstreckung der gefärbten Anwachskegel in der Richtung der Axen *a* und *b* zunimmt, entspricht auch die oben S. 63 beschriebene Gestalt jedes einzelnen Anwachskegels. In Folge der Anordnung der vorliegenden Versuche steigt bei ihnen während der Ausscheidung des Gypses, wie oben berichtet, die Concentration des Farbstoffes in der Lösung beständig. Dementsprechend nimmt die relative Ausdehnung der Flächen von $\{101\}$—$P\infty$

während des Wachsthumes ständig zu und erlangt hierdurch der Mantel der Anwachskegel concave Form.

Eines der mittelst Gypslösung von den Eosinkrustchen gereinigten Präparate zeigte die Erscheinung des Weiterwachsens von gefärbten Krystallen in ungefärbter Lösung (siehe Fig. 5). Hierbei hatte sich Gypssubstanz nur auf die bei Beginn des erneuten Wachsthumes ungefärbten Flächen abgelagert. Auf den Flächen von {101}—$P\infty$ war keine Ablagerung erfolgt.

Krystallisation des Gypses aus Hämatoxylin-haltigen Lösungen.

Das Hämatoxylin[1]) wurde mit einer Ausnahme in unbestimmten sehr geringen Mengen feinst pulverisirt den zur Verdunstung hingestellten Tropfen zugefügt. Unbeständigkeit der wässerigen Lösung jenes Farbstoffes scheint der Grund zu diesem Verfahren gewesen zu sein. Es ist somit im Allgemeinen nicht möglich, den Anfangsgehalt der bei den einzelnen Versuchen angewandten Lösungen an Hämatoxylin anzugeben. Die Präparate wurden genau so, wie bei Anwendung von Eosin hergestellt. Auch hier hatten alle Krystalle Farbstoff aufgenommen, und selbst bis zu 14 Tage gesteigerte Einwirkung von absolutem Alkohol bezw. von gesättigter Gypslösung verminderten die Intensität der Färbung nicht. Die Aufnahme des Hämatoxylins war wie jene des Eosins nur in den zu {101} —$P\infty$ gehörigen Anwachskegeln erfolgt, und gilt die bei Besprechung jener Färbung gegebene Beschreibung der Anwachskegel, sowie der Art und der Intensitätsverschiedenheiten der Färbung auch hier. Der Farbenton, welcher das Hämatoxylin den {101}—$P\infty$-Anwachskegeln verleiht, ist stumpf violett, mitunter in ein stumpfes Braun übergehend. Die gefärbten Theile der Gypskrystalle zeigten ebenfalls keinen Pleochroïsmus und keinerlei Störung der Auslöschung.

Die mit Hämatoxylin gefärbten Krystalle entsprachen ihrer Gestalt nach vollkommen jenen mit Eosin gefärbten Krystallen, welche durch die Figg. 6—9, Taf. II, dargestellt werden. Es gilt daher in Bezug auf die Gestalt das oben S. 63 für die mit Eosin gefärbten Mitgetheilte[2]), jedoch mit der Einschränkung, dass bereits Fig. 9 den Grenzfall dieser Gestaltenreihe darstellt. Wurde nämlich der Hämatoxylingehalt noch weiter gesteigert, so bildeten sich keineswegs regelmässige Krystalle mit einer noch beträchtlicheren Verkürzung der Axe a, sondern es trat eine anders geartete Erscheinung ein. Das Präparat mit der intensivsten Hämatoxylinfärbung[3]) weist in geringer

---

1) Hämatoxylin ist die färbende Substanz des Campêcheholzes = Blauholzes = Holz von Haematoxylon campechianum L.

2) Mit {101}—$P\infty$ aufgewachsene Krystalle konnten jedoch unter den mit Hämatoxylin gefärbten nicht aufgefunden werden.

3) Es ist dies zufällig das einzige Präparat, welches unter Anwendung einer Lösung mit abgewogenem Zusatze von Hämatoxylin hergestellt worden ist. Der An-

Minderheit völlig normale Krystalle auf, welche der Fig. 9 entsprechen und deren Anwachskegel dunkel bräunlichviolett erscheinen. Weitaus die meisten Krystalle dieses Präparates zeigen jedoch Verhältnisse, von denen Fig. 13 eine Vorstellung giebt. Diese Krystalle haben ihr Wachsthum normal begonnen. Ihre {101} — $\bar{P}\infty$ - Anwachskegel färbten sich hierbei nahezu schwärzlichviolett. Bei einem Zeitpunkte während des Wachsthums änderte sich jedoch dieser Vorgang sprungweise: An Stelle der beiden gefärbten Anwachskegel entwickelt sich je ein Haufwerk dünner prismatischer Krystalle, welche, einander nahezu parallel, auf ihrer Unterlage schief aufgewachsen und zur Richtung der Axe c ungefähr senkrecht stehen. Das Wachsthum dieser dünnen Prismen ist so bedeutend, dass dadurch das Wachsthun der (von Anfang an) nicht gefärbten Anwachskegel an den Concurrenzorten unterdrückt wird. Seltsamerweise zeigen die dünnen prismatischen Krystalle durchaus nicht die intensive Färbung der compacten Stücke der gefärbten Anwachskegel, sondern sie sind schwach gelblich bis farblos, und nur in der Nähe der tief violetten Anwachskegel bräunlich. Sie sind ebenfalls nicht oder kaum pleochroïtisch. Bei gekreuzten Nicols löschen die im Wachthum ungestörten Theile der Krystalle, gleichgültig, ob ungefärbt oder gefärbt, normal aus. Die dünnen prismatischen Krystalle hingegen leuchten bei Dunkelstellung der ebengenannten Theile des Gesammtgebildes hell auf und werden bei anderer Stellung dunkel, jedoch nicht streng gleichzeitig, sondern sie verhalten sich wie die peripherischen Theile eines Sphärolithen. Diese zuletzt geschilderte Erscheinung entspricht der allgemeinen Erfahrung, dass bei relativ beträchtlicher Aufnahme von molekular eingelagerten Fremdkörpern die Structur der Krystalle Störungen erleidet und in der Regel Zerfaserung eintritt [1]).

Bei einem Versuche, zu erklären, wie eine Zerfaserung möglich ist, bei welcher im Gegensatze zu dem sonst Beobachteten die Färbung in den Fasern nicht intensiver wird, sondern verschwindet, muss z. Z. angenommen werden, dass im vorliegenden Falle nicht das Hämatoxylin selbst, sondern eine ihm beigemengte nahezu oder völlig farblose Substanz [2]) die Zerfaserung bedingt, und ferner, dass merklich gleichzeitig die Anreicherung dieser Substanz im Gyps einen solchen Grad erreicht, dass sie, ihren besonderen Eigenschaften entsprechend, den Gyps verhindert, ferner Hämatoxylin auf-

fangsgehalt an letzterem Farbstoffe betrug nahezu 0,03 %. Bei Anwendung von Hämatoxylin tritt demnach das Maximum der Färbung bereits bei einem Anfangsgehalte ein, welcher geringer ist, als der geringste beim Eosin überhaupt angewandte Anfangsgehalt.

1) Vergl. O. Lehmann, a. a. O. I, § 4, und II, S. 68, Structurstörungen, ferner Vater, Ueber den Einfluss der Lösungsgenossen etc., Theil IV, diese Zeitschr. 1895, **24**, 378.

2) Das (natürliche) Hämatoxylin ist nach seiner Darstellung wahrscheinlich nicht homogen.

zunehmen. Die entsprechende Erscheinung, dass ein Farbstoff die Aufnahme eines anderen verhindert, ist von O. Lehmann beobachtet worden[1]. — Mit der Eigenschaft des Gypses, nur sehr geringe Mengen des angewandten »Hämatoxylins« ohne Störung des Krystallgefüges aufnehmen zu können, hängt es wohl zusammen, dass die mit diesem Farbstoffe gefärbten Krystalle eine beträchtliche Neigung zur Gruppenbildung, Verwachsung und Verkrüppelung zeigen.

Krystallisation des Gypses aus Gummi-arabicum-haltigen Lösungen.

Der angewandten gesättigten Gypslösung wurde bei den einzelnen Versuchen $\frac{1}{5}$, $\frac{3}{11}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, 2 und 3 % Gummi arabicum zugesetzt. Die Verdunstungsrückstände von Tropfen dieser Lösung bestanden aus Gypskrystallen und rissigen Krustchen von Gummi arabicum. Diese Präparate wurden theils durch Behandlung mit gesättigter zusatzfreier Gypslösung von den Gummi arabicum-Ausscheidungen befreit, theils mit etwas gesättigter wässeriger Calciumchloridlösung und einem Deckglase bedeckt, theils nicht weiter behandelt. Im zweitgenannten Falle verschwanden allmählich die Risse des eingetrockneten Gummi, wobei er unbemerkbar wurde. Ob dies die Folge von Auflösung oder von Aufquellung des Gummi ist, wurde nicht untersucht.

Die in Gegenwart von Gummi arabicum entstandenen Krystalle, von denen die Figg. 14—16, Taf. II, eine Vorstellung zu vermitteln suchen, sind im Vergleiche zu den oben beschriebenen Krystallen auffällig klein und entsprechend bedeutend zahlreicher. Der Grund für diese Erscheinung ist wohl kaum oder nur zum kleinen Theile in der unbeträchtlichen Steigerung der Zähigkeit der Lösung durch den geringen Zusatz von Gummi zu suchen, sondern eher darin, dass durch den Gummi eine grosse Anzahl winziger, fester Körperchen in die Lösung gekommen sind, deren Grösse jedoch genügte, den Anstoss zur Krystallausscheidung zu geben. Zwillingskrystalle und andere Verwachsungen konnten nicht aufgefunden werden, vielmehr zeichneten sich diese Krystallisationen durch normale Ausbildung der Individuen aus. Der grosse Unterschied dieses Befundes mit jenem, den die entsprechenden Versuche mit Baryumchlorid von O. Lehmann[2] und O. Mügge[3] ergeben haben, wird dadurch verursacht, dass die Lösungen bei den vorliegenden Versuchen nur wenig, bei den letzteren Versuchen sehr viel Gummi arabicum enthielten.

Die aus gummihaltiger Gypslösung ausgeschiedenen Krystalle zeigten

---

1) a. a. O. I, § 5.

2) O. Lehmann, Ueber das Wachsthum der Krystalle; diese Zeitschr. 1877, **1**, 451 auf S. 486, und Ueber Zwillingsbildung bei Chlorbaryum, a. a. O. 1890, **17**, 269.

3) O. Mügge, Ueber Umlagerung in Zwillingsstellung am Chlorbaryum, $BaCl_2 + 2H_2O$. N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1888, **1**, 131 auf S. 144; Auszug in dieser Zeitschr. 1890, **17**, 306.

sämmtlich die Combination $\{010\}\infty P\!\!\!/\infty$, $\{110\}\infty P$, $\{101\}-P\!\!\!/\infty$. Ihre Gestalt schwankte bei allen Versuchen zwischen den durch die Figuren 14 und 16 dargestellten Extremen. Aehnlich wie bei den anderen Versuchen, so waren auch hierbei die Krystalle wenigstens in grosser Mehrzahl mit dem Klinopinakoide auf den Objectträgern aufgewachsen, so wie es die Figuren darstellen. Doch eine immerhin beträchtliche Anzahl der Krystalle war mit einer Fläche des Orthodomas aufgewachsen. In diesen Fällen lag die entsprechende Gegenfläche in der Bildebene und konnte somit ohne weiteres entschieden werden, dass $\{101\}-P\!\!\!/\infty$ und nicht $\{111\}-P$ vorliegt. Die Erstreckung der Krystalle in der Richtung der Axe b ist relativ noch beträchtlicher, wie bei den Krystallisationen aus Eosin- und Hämatoxylin-haltigen Lösungen, was in der relativ grösseren Breite der Prismenflächen seinen augenfälligen Ausdruck findet (vergl. Fig. 14—16).

Bei genauer Betrachtung der aus gummihaltiger Lösung ausgeschiedenen Krystalle bemerkt man, dass sie die gleiche Sanduhrstructur wie die mit Eosin oder Hämatoxylin gefärbten besitzen. Je nach der Beleuchtung tritt dies mit verschiedener Deutlichkeit zu Tage. Am besten wird man diese Erscheinung gewahr, wenn man durch den Abbe'schen Beleuchtungsapparat einen spitzen Lichtkegel central einwirken lässt und das Mikroskop auf das Innere des Krystalles einstellt. Die Grenzen der Anwachskegel treten dann in der Bildebene als helle Linien auf. Die zu den Flächen von $\{101\}-P\!\!\!/\infty$ gehörigen Anwachskegel sind stets eine Kleinigkeit weniger hell, als die anderen Anwachskegel. Bei Anwendung von polarisirtem Lichte giebt sich die Sanduhrstructur durch etwas verschiedene Polarisationsfarben der beiden Gruppen von Anwachskegeln zu erkennen. Die Auslöschung tritt jedoch für alle Theile der Krystalle gleichzeitig und gleich vollkommen ein. Die Erscheinungen im unpolarisirten Lichte werden auch in der oben beschriebenen Weise bei Anwendung einer Objectivlinse mit einer Apertur = 1,26 wahrgenommen. Einschlüsse von Gummi, die als solche erkennbar sind, konnten auch in den etwas weniger hellen Anwachskegeln mittelst der oben erwähnten Objectivlinse nicht aufgefunden werden. Diese vollständige Gleichheit mit den entsprechenden Erscheinungen bei der durch Färbung hervorgerufenen Sanduhrstructur führt zu dem Schlusse, dass sich der Gummi arabicum wie die Farbstoffe in die Anwachskegel des Orthodomas molekular einlagert. Auch die qualitativ gleiche Wirkung auf die Gestalt des Gypses spricht hierfür.

Der beträchlichen Annäherung an vollkommene Entwickelung, welche die aus Gummi-haltiger Lösung ausgeschiedenen Gypskrystalle überhaupt zeigen, entspricht auch die Entwickelung der Gummi enthaltenden Anwachskegel. Ausnahmslos treffen sich die Anwachskegel der Gegenflächen in einer gemeinsamen Spitze. Die Kegelmäntel erscheinen kaum merklich concav. Die Basis der Anwachskegel fällt stets mit den betreffenden Flächen zusammen,

und sind diese Flächen selbst fast ausnahmslos eben, statt wie bei Aufnahme von Farbstoff, gewölbt.

Trotz der beträchtlichen Verschiedenheit im Anfangsgehalte der Lösungen an Gummi schwankte, wie bereits bemerkt, der Habitus der Krystalle bei sämmtlichen Versuchen zwischen den gleichen Grenzen. Wenn man die Präparate in der Weise durchmustert, dass man stets Krystallisationen vergleicht, welche sich aus Lösungen mit nächststehenden Anfangsgehalten ausgeschieden haben, so fallen überhaupt keine Unterschiede in die Augen. Vergleicht man aber Präparate, welche mittelst Lösungen von grösserer Verschiedenheit im Anfangsgehalte hergestellt worden sind, so bemerkt man, dass auch hier mit wachsendem Anfangsgehalte die Erstreckung der Krystalle nach der Axe a zunimmt. Während bei einem Anfangsgehalte von $\frac{1}{5}$ % Gummi die in Fig. 14 abgebildete Gestalt nicht nur relative Grenzgestalt, sondern zugleich die bedeutend vorherrschende Gestalt ist, tritt sie bei 3 % Gummi ganz zurück und entsprechen bei letzterem Anfangsgehalte die weitaus meisten Krystalle nahezu bis völlig der Fig. 15. Die durch Fig. 16 dargestellte andere relative Grenzgestalt findet sich bei einem Anfangsgehalte von $\frac{1}{5}$ % Gummi äusserst selten, jedoch bei einem solchen von 3 % häufig vor. Die Krystallisationen aus den Lösungen mit den dazwischen liegenden Anfangsgehalten bilden äusserst langsam fortschreitend den Uebergang zwischen den beiden eben geschilderten Krystallisationen. Es ist anzunehmen, dass Krystallisationen aus Lösungen mit 0 % bis $\frac{1}{5}$ % Gummi den Uebergang der unbeeinflussten Gestalt zu den vorliegenden Gestalten zeigen.

Da bei den angewandten Mengen von Gummi nur geringe Unterschiede in der Gestalt des Gypses auftreten, so zeigt der Mantel der gummihaltigen Anwachskegel, wie bereits oben bemerkt, bloss eine kaum wahrnehmbare concave Krümmung[1]).

Krystallisation von Gyps aus Lösungen, welche ausser Gummi arabicum noch Eosin bezw. Hämatoxylin enthalten.

Schliesslich lagen noch einige Versuche vor, bei denen der gesättigten Gypslösung ausser Gummi noch Eosin bezw. Hämatoxylin zugesetzt war. Leider enthalten die Aufzeichnungen in diesen Fällen keine Angaben über die Mengen der Zusätze. Nur so viel lässt sich den Aufzeichnungen entnehmen, dass die Mengen der einzelnen Zusätze nur einen Theil der bei den bereits beschriebenen Versuchen angewandten Mengen betrugen. Das Verfahren bei der Herstellung der Präparate entsprach dem bei ausschliesslichem Zusatz von Gummi vollkommen. Die Präparate zeigen Krystalle, deren Gestalten mit jenen übereinstimmen, welche die Versuche mit 1 %

1) Vergl. im Gegensatze hierzu die Einwirkung von Eosin S. 63 und S. 64.

Eosin ergeben haben (Figg. 10—12), und welche den Krystallen der letzterwähnten Versuche an Grösse nur wenig nachstehen. Die Anwachskegel von {101}—$P\infty$ sind jedoch so schwach gefärbt, wie jene der in Gegenwart von ausschliesslich Eosin bezw. Hämatoxylin entstandenen Krystalle, welche der Fig. 6 entsprechen. Gummi allein bedingt nach den obigen Erfahrungen erst dann die vorliegende Gestaltung, wenn er in solcher Menge zugegen ist, dass er eine weit beträchtlichere Verkleinerung der Krystalle herbeiführt. Eosin bewirkt die vorliegende Gestaltung erst dann, wenn es in solchen Mengen eingelagert wird, dass es die Anwachskegel sehr intensiv färbt. Das angewandte Hämatoxylin kann für sich allein gar nicht die vorliegende Gestaltung bewirken, da es schon vorher das regelmässige Wachsthum der Krystalle aufhebt (s. S. 65). Es übertraf daher die Einwirkung von Gummi und einem dieser Farbstoffe zusammen ganz bedeutend die Einwirkung, die den angewandten Mengen dieser Stoffe für sich allein zukommt. Dies zeigt, dass im vorliegenden Falle [1]) die molekular eingelagerten Fremdkörper sich in ihrer Wirkung auf die Krystallisation ihres Wirthes vereinigen [2]).

Ergebnisse.

1. Die von Lösungsgenossen unbeeinflusste Gestalt des Gypses ist vermuthlich die Combination {010}$\infty P\infty$, {110}∞P, {101}—$P\infty$ in langprismatischer Entwickelung (Fig. 1) (S. 60).

2. Bei Zusatz von Eosin oder Hämatoxylin oder Gummi arabicum zur Gypslösung nehmen die zu {101}—$P\infty$ gehörigen Anwachskegel der sich ausscheidenden Krystalle geringe Mengen dieser Stoffe in molekularer Vertheilung in sich auf, die anderen Anwachskegel jedoch nicht. Der Gyps nimmt demnach unter diesen Umständen die sogenannte Sanduhrstructur an (Figg. 3—16) (S. 60, 65, 67, 69).

3. Dieses Auftreten der Sanduhrstructur am Gyps zeigt von neuem, dass letztere Structur durch Beimengung nicht isomorpher Substanzen hervorgerufen werden kann, und bestätigt insofern die betreffende Ansicht von Pelikan (S. 61).

4. Jene Krystallflächen, deren Anwachskegel Fremdkörper molekular in sich einlagern, erlangen eine um so grössere relative Ausdehnung, je mehr ihre Anwachskegel von dem Fremdkörper aufnehmen (s. Erklärung der Taf. II).

5. Falls während der Krystallisation der Gehalt der Lösung an dem aufnehmbaren Fremdkörper steigt, so nehmen die betreffenden Anwachskegel in Folge dessen eine ständig wachsende Menge desselben auf. Da

[1]) Die verschiedenen Möglichkeiten bei der Einwirkung mehrerer Fremdkörper hat O. Lehmann a. a. O. I, § 5 erwähnt.

[2]) Der Ausdruck »sich summiren« kann hier nicht angewendet werden, weil es ganz unbekannt ist, nach welcher mathematischen Function die Vereinigung der Einzelwirkungen zur Gesammtwirkung erfolgt.

hierdurch nach 4. die zu diesen Anwachskegeln gehörigen Krystallflächen ständig relativ an Ausdehnung gewinnen, so entstehen in diesem Falle Anwachskegel mit concavem Mantel (Fig. 3—16) (S. 63 und S. 64).

Tharandt, Mineral. Institut der königl. Forstakademie, Mai 1900.

Erklärung der Tafel II.

Sämmtliche Figuren stellen Gypskrystalle dar. Ihre Gestalt ist ausnahmslos die Combination $\{010\}\infty \mathcal{R}\infty$, $\{110\}\infty P$, $\{101\}-\mathcal{P}\infty$. Die Flächen des Orthodomas sind häufig gekrümmt.

Die Krystalle waren allermeist mit dem Klinopinakoide den Objectträgern aufgewachsen. Dementsprechend sind sie auf jene Ebene projicirt worden. In den Figuren verläuft die Axe a von links nach rechts, in den Präparaten lagen die Krystalle merklich gleich häufig auch so, dass bei sonst gleicher Orientirung die Axe a von rechts nach links gerichtet war.

Die Dimensionen der Krystalle überschritten nur selten 0,25 mm um ein Geringes. Sämmtliche Figuren sind bei der gleichen 175fachen Vergrösserung gezeichnet worden und bilden Krystalle ab, welche für ihr besonderes Auftreten dem Maximum nahe kommen. Die meisten Krystalle traten hinter den abgebildeten an Grösse nicht sehr zurück und sanken ihre Dimensionen nur selten unter die Hälfte jener der abgebildeten Individuen. Die Figuren lassen somit die relativen Grössenverhältnisse der Krystalle ohne weiteres erkennen und durch Abmessung die absoluten Werthe leicht entnehmen.

Figg. 1 u. 2. Krystalle, ausgeschieden aus der angewandten Lösung ohne Zusatz. Die starken Seitenlinien erscheinen bei stärkerer Vergrösserung deutlich als Prismenflächen (S. 58).

Fig. 1. Vorherrschende Gestalt.

Fig. 2. Die am meisten von der vorherrschenden abweichende Gestalt.

Figg. 3—16. Krystalle mit Sanduhrstructur. — Jene Kanten der Anwachskegel, welche von deren Spitzen nach den nicht in der Symmetrieebene gelegenen Ecken der Orthodomenflächen verlaufen, konnten nicht wahrgenommen werden, und wurden deshalb nicht in die Figuren eingezeichnet. Die Färbung der Figuren stimmt nicht mit dem Farbenton der Krystalle überein, sondern veranschaulicht nur die mittlere Intensität der Färbung. Bei jedem Anwachskegel nimmt die Intensität der Färbung von der Spitze nach der Basis zu (S. 62), was nicht dargestellt werden konnte.

Figg. 3 und 4. Beispiele von Unregelmässigkeiten der Sanduhrstructur (S. 63).

Fig. 5. Krystall mit Sanduhrstructur, der in zusatzfreier Lösung weiter gewachsen ist (S. 65).

Figg. 6—12. Krystalle aus Lösungen mit von Fall zu Fall höherem Anfangsgehalte an Eosin (S. 63 und 64).

Die Figg. 6—9 (aber nicht auch 10—12) entsprechen in gleicher Weise den bei Zusatz von Hämatoxylin erhaltenen Krystallen (S. 65).

Fig. 13. Krystall mit intensivster Hämatoxylinfärbung. Bei einer bestimmten Farbstoffaufnahme tritt eine Zerfaserung des Krystalles ein (S. 66).

Figg. 14—16. Krystalle aus Lösungen mit Zusatz von Gummi arabicum (S. 67). Die punktirten Anwachskegel erscheinen in den Präparaten etwas weniger hell, wie die nicht punktirten.

VI. Auszüge.

---

1. **E. Kaiser** (in Bonn): **Ueber Cancrinit** (Sitz.-Ber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- u. Heilkunde, Bonn 1898, S. 105—106, Sitzung vom 5. December 1898).

Im Anschluss an die auch in dieser Zeitschr. **31**, 28 veröffentlichten Untersuchungen über »die Verwandtschaft von Nephelin und Davyn« fand der Verf., dass der Cancrinit von Miask sehr viel schwerer von Salzsäure angegriffen wird, als Nephelin und Davyn. Beim Cancrinit entwickeln sich die Kohlensäurebläschen nicht nur von Rissen, sondern auch von ganz frischen Theilen aus. Lässt man die Salzsäure so lange auf den Schliff einwirken, bis der Cancrinit völlig zu einer isotropen Masse zersetzt ist, so liegen in der gebildeten Gallerte grosse Mengen von Kohlensäurebläschen »in ganz anderer Weise« wie beim Davyn umher.

Ref.: C. Hintze.

2. **C. Guillemain** (in Breslau): **Beiträge zur Kenntniss der natürlichen Sulfosalze** (Inaug.-Diss. Breslau 1898, 51 SS. und 1 Tabelle).

Folgende Sulfosalze wurden einer chemischen Untersuchung unterworfen: Emplektit, Zinckenit, Dufrenoysit, Jamesonit, Boulangerit, Bournonit, Patrinit, Jordanit, Geokronit, Enargit.

Von den bekannten Methoden zur Analyse der Sulfosalze giebt Verf. der auf der Löslichkeit der Schwefelverbindungen des Arsens und Antimons in Lösungen von Schwefelalkalien beruhenden den Vorzug; durch eine Abänderung des Verfahrens gelang es ihm, wenn nur wenig Material zur Verfügung stand, die vollständige Analyse, also auch die Bestimmung des Schwefels, in einer einzigen Portion durchzuführen. Zu diesem Zwecke wurde das Pulver mit Soda und Salpeter zusammengeschmolzen, die Schmelze mit Na_2CO_3-haltigem Wasser ausgelaugt, CO_2 eingeleitet, um etwa gelöstes Blei in $PbCO_3$ überzuführen, abfiltrirt und nach Vertreibung der Schwefelsäure der Schwefel in der Lösung als $BaSO_4$ bestimmt; das hierbei sich ergebende Filtrat wurde (nach Entfernung des überschüssigen $BaCl_2$ durch H_2SO_4) auf Metalle geprüft — *As* fand sich fast ausschliesslich in diesem Filtrat. Die nach dem Auslaugen mit Na_2CO_3-haltigem Wasser ungelöst zurückbleibenden Metallcarbonate werden nach der oben genannten Methode behandelt. In den meisten Fällen wurde jedoch der Schwefel für sich bestimmt. Die gewöhnlich angewandte Methode der »Zersetzung der Mineralien im trockenen Chlorstrome« wurde verworfen, da sämmtliche auf diesem Wege ausgeführte Analysen, in Folge der Flüchtigkeit des Chlorbleis bei der Destillation, im Vergleiche mit den theoretischen Formeln und den Ergebnissen der mit anderen

Methoden ausgeführten Analysen regelmässig für Blei zu niedrige, für Arsen und Antimon zu hohe Werthe ergeben.

Die Bestimmung des Antimons als Sb_2S_3 (Fresenius 1, 193, § 90a) ergab gute Resultate und erwies sich zuverlässiger als die Bestimmung als antimonsaures Antimonoxyd; für Blei erwies sich die Bestimmung als $PbSO_4$ (ebenda 1, 315, § 116, 3a, d) als die relativ beste. Arsen und Antimon wurden stets nach der Hufschmidt'schen Methode getrennt, die sich an mehreren mit Allemontit ausgeführten Proben vorzüglich bewährte. Kupfer wurde stets als Cu_2S, durch Glühen im Wasserstoffstrome, *Fe* als Fe_2O_3 bestimmt.

Ausser den Ergebnissen der eigenen Analysen giebt Verf. eine Zusammenstellung und kritische Besprechung der früher ausgeführten Untersuchungen der genannten Sulfosalze.

1. Emplektit dicht mit Quarz verstrickt von Grube Tannebaum in Schwarzenberg (Sachsen).

	1.	2.	Mittel:	Berechnet auf $Cu_2Bi_2S_4$
Angewandte Menge	1,0673 g	1,0731 g	—	—
Bi	62,06	61,84	61,95	62,10
Cu	18,69	18,91	18,80	18,83
S	19,11	19,21	19,16	19,07
Summe	99,86	99,96	99,91	100,00

Die Analysen stimmen untereinander und mit der theoretischen Zusammensetzung für die Formel $Cu_2Bi_2S_4$ fast genau überein.

[Zur Analyse wurde der mit Quarz für eine mechanische Sonderung untrennbar verwachsene Emplektit in kochender HNO_3 gelöst, *Bi* als *BiOCl* gefällt, mit *KCy* geschmolzen und als metallisches *Bi* gewogen, *S* wurde nach Entfernung des *Bi* und Oxydation durch HNO_3 als $BaSO_4$ aus der Lösung bestimmt.]

2. Zinckenit von Wolfsberg am Harz.

	1. Krystalldruse:	Verhältniss aus 1.	2. derb, strahlig:	Verhältniss aus 2.	Berechnet auf $PbSb_2S_4$
Pb	33,52	1	34,33	1	35,98
Cu	0,80	—	0,70	—	—
Fe	—	—	0,06	—	—
Sb	42,43	2,02	42,15	1,973	41,70
S	23,01	4,11	22,63	3,969	22,32
Summe	99,76		99,87		100,00

3. Dufrenoysit aus dem Binnenthal, Canton Wallis, Schweiz.

	1. Obere, unverwitterte Kruste der Krystalle:	Verhältn. aus 1.	2. Unterer Theil der Krystalle, Dolomit enthaltend:	2. auf 100 % berechnet:	Verh.: aus 2.	Berechnet auf $Pb_2As_2S_5$
Angew. Subst.	0,5175 g	—	0,1492 g	—	—	—
Pb	57,38	2	56,73	57,92	2	57,18
As	21,01	2,06	20,04	20,46	1,98	20,72
S	21,94	4,94	21,18	21,62	4,82	22,10
Summe	100,33		97,95	100,00		100,00

4. Jamesonit. Von den sechs ausgeführten Analysen stimmen vier gut auf die Formel $Pb_2Sb_2S_5$: [1) Federerz von Wolfsberg am Harz, 2) Federerz von Bräunsdorf in Sachsen, graugrün, etwas zersetzt, 3) Krystalle von der Caspari-Zeche bei Arnsberg in Westfalen, 4) derbe Masse von Caspari-Zeche], während zwei andere [5) derbe Masse von Wolfsberg und 6) weiche filzartige Masse von Wolfsberg] wesentliche Abweichungen zeigen. Diese Abweichungen erklärt Verf. durch die Annahme, dass Antimonglanz mechanisch beigemengt sei, da in beiden Fällen sich ein Ueberschuss an *Sb*, Fehlen von *Pb* bei einer der theoretischen Zahl nahestehenden Schwefelmenge zeigt; im Falle 5) war thatsächlich das ganze Stück von sehr dünnen, dem unbewaffneten Auge kaum bemerkbaren Aederchen durchzogen.

	1. Wolfsberg	Verhältniss aus 1	2. Bräunsdorf	Verhältniss aus 2	3. Caspari-Zeche	Verhältniss aus 3	4. Caspari-Zeche	Verhältniss aus 4	Ber. auf $Pb_2Sb_2S_5$	5. Wolfsberg	6. Wolfsberg
Angew. Menge zur *S*-Best.	0,3223g	—	0,4065g	—	—	—	—	—	—	0,5868g	—
Angew. Menge zur M.-Best.	0,2244g	—	0,6900g	—	—	—	—	—	—	0,7613g	—
Pb	50,32	2	51,71	2	50,57	2	50,36	2	50,84	49,49	48,25
Sb	30,04	2,06	29,03	1,94	29,49	2	29,51	2	29,46	30,73	31,23
S	19,69	5,04	19,23	4,90	19,91	5,08	20,15	4,9	19,70	19,68	20,32
Summe	100,05		99,97		99,97		100,02		100,00	99,90	99,80

5. Boulangerit. Von den ausgeführten Analysen stimmen zwei gut auf die Formel $Pb_3Sb_2S_6$, die Verf.[1]) für den Boulangerit annimmt: [1) äusserst feinkörniger, silberweiss-stahlgrauer Boulangerit von Ober-Lahr bei Linz am Rhein, 2) derber, sehr feinkörniger Boulangerit von St. Antonio in Californien, etwas heller silberweiss als gewöhnlich]. Analyse 3 [Boulangerit von Betzdorf a. d. Sieg, derb und feinkörnig, etwas dunkler] ergab mehr *Sb* und weniger *Pb* als der Formel entspricht, was auf nicht gänzliche Entfernung der Antimonglanzäderchen aus dem Analysenmaterial hinweist; das von Websky untersuchte lichtgraue Erz von der Grube Bergmannstrost bei Altenberg in Schlesien, das in einen dichten, mit Braunspath verwachsenen Epiboulangerit übergeht (Analyse W.) und von Websky als Boulangerit angesprochen wurde, wird auf Grund der Analysen 4 und 5 als ein Gemenge von Boulangerit und Bleiglanz bezeichnet — der Bleiglanz durchsetzt in lichten Aederchen das ganze Erz.

	1. Ober-Lahr	Verhältniss aus 1	2. St. Antonio	Verhältniss aus 2	Berechnet auf $Pb_3Sb_2S_6$	3. Betzdorf	W. Bergmannstrost	4. Bergmannstrost	5. Bergmannstrost
Angew. Menge zur *S*-Best.	0,4278 g	—	[2])	—	—	0,5262 g	—	0,6739 g	0,537 g
Angew. Menge zur M.-Best.	0,6287 g	—	—	—	—	1,0431 g	—	1,0171 g	1,0207 g
Pb	58,58	3	59,01	3,02	58,75	57,23	58,73	63,73	66,06
Fe	—	—	—	—	—	—	2,13	2,42	2,34
Sb	22,69	2	22,76	2	23,10	23,82	20,96	16,26	14,63
S	18,76	6,16	18,22	6	18,15	18,23	18,51	17,53	16,83
Summe	100,03		99,99		100,00	99,50[3])	100,33	99,94	99,91[4])

1) In Folge eines Druckfehlers steht in der Originalarbeit die Formel $Pb_3Sb_2S_5$.

2) Die Zahlen, die die angewandte Menge bei Analyse 2 angegeben, sind offenbar verdruckt. 3) Thatsächlich 99,28 %. 4) Thatsächlich 99,86 %.

Die Analysen 4 und 5 von Bergmannstrost, die mit Bestimmtheit auf eine Mischung von Boulangerit und Bleiglanz hinweisen, lassen den Verf. vermuthen, dass möglicher Weise auch in dem von Websky von demselben Fundpunkte untersuchten Epiboulangerit $Pb_2Sb_2S_5$ eine derartige Mischung vorliegt, um so mehr, als nach seiner Auffassung die von Websky zur Befreiung des Erzes von Spatheisenstein gewählte Methode — wiederholtes Behandeln mit verdünnter Salzsäure und nachfolgendes Auswaschen — geeignet ist, einen Theil der Metalle zu lösen, während Schwefel zurückbleibt, so dass also der höhere Schwefelgehalt des Epiboulangerits sich eventuell auf diese Behandlung zurückführen liesse. Thatsächlich liess sich im Boulangerit von Ober-Lahr nach mehrmaligem Behandeln mit verdünnter HCl eine Zunahme des S um ca. 1,7 % (angewandt 2 g Substanz) nachweisen.

6. Geokronit. Zwei Analysen von dunkel-stahlgrauem, sehr sprödem auf Quarz aufgewachsenem Geokronit von Sala in Schweden führten nahezu auf die Formel $Pb_5Sb_2S_8$, wobei Sb durch As isomorph vertreten wird.

		1.	Verhältniss aus 1.	2.	Verhältniss aus 2.	Berechnet auf $Pb_5Sb_2S_8$
Angew. Menge zur	S-Best.	1,6862 g	—	1,1454 g	—	—
	Metallbest.	3,8340 g	—	2,9624 g	—	—
	Pb	68,97	5,02	68,84	4,8	67,57
	As	4,49	2	4,59	2	—
	Sb	9,20		9,34		15,66
	S	17,23	7,86	17,02	7,66	16,77
	Summe	99,89		99,79		100,00

7. Patrinit. Zwei Analysen von Patrinit von Beresowsk im Ural führten auf die Formel $Bi_2Pb_2Cu_2S_6$. Das Mineral tritt in Adern in milchweissem Quarz auf, erscheint auf frischen Bruchflächen hell stahlgrau, auf älteren gelb bis bunt angelaufen, häufig mit grüner Verwitterungsrinde überzogen. Trennung vom Quarz und Gang der Analyse wie beim Emplektit.

		1.	Verhältniss aus 1.	2.	Verhältniss aus 2.	Berechnet auf $Bi_2Pb_2Cu_2S_6$
Angew. Menge zur	S-Best.	0,3987 g	—	0,8754 g	—	—
	Metallbest.	0,7670 g	—	0,7368 g	—	—
	Pb	35,15	1,96	36,01	2,01	35,96
	Cu	11,11	2,02	10,90	1,99	11,01
	Bi	36,25	2	36,20	2	36,31
	S	16,56	5,96	16,60	5,97	16,72
	Summe	99,07		99,71		100,00

8. Bournonit. Zwei mit demselben Material ausgeführte Analysen 1 und 2, Krystalle von Liskeard, Cornwall, lieferten fast gleiche, auf die Formel $Sb_2Pb_2Cu_2S_6$ führende Ergebnisse, ebenso Analysen 3 und 4, die mit einem als Plagionit bezeichneten Bournonit von Wolfsberg am Harz angestellt wurden.

	1. Liskeard	Verhältniss aus 1	2. Liskeard	Verhältniss aus 2	3. Wolfsberg	Verhältniss aus 3	4. Wolfsberg	Verhältniss aus 4	Ber. auf $Pb_2Sb_2Cu_2S_6$ 1)
Angew. Menge zur S-Best.	0,3115 g	—	1,4167 g	—	0,3628 g	—	0,8692 g	—	—
Angew. Menge zur Metallbest.	0,8844 g	—		—	0,9258 g	—		—	—
Pb	41,28	2	41,56	2	42,25	2	42,47	2,02	42,54
Cu	13,00	2,06	12,98	2,02	13,25	2,06	13,32	2,06	13,02
Sb	25,48	2,12	25,28	2,08	24,34	2	24,25	2	24,65
S	20,22	6,32	19,63	6,08	19,91	6,10	19,91	6,12	19,79
Summe	99,98		99,45		99,75		99,95		100,00

9. Jordanit. Ein Krystall von Jordanit aus dem Dolomit des Binnenthales wurde von Dr. Schwantke krystallographisch untersucht und zeigte folgende Formen (nach der rhombischen Aufstellung G. vom Rath's): $c\{001\}0P$, $m\{110\}\infty P$, $2f\{021\}2\breve{P}\infty$, $f\{011\}\breve{P}\infty$, $\frac{2}{3}f\{023\}\frac{2}{3}\breve{P}\infty$, $\frac{1}{2}f\{012\}\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $\frac{1}{3}f\{013\}\frac{1}{3}\breve{P}\infty$, $\frac{1}{2}o\{112\}\frac{1}{2}P$, $\frac{1}{3}o\{113\}\frac{1}{3}P$, $\frac{1}{4}o\{114\}\frac{1}{4}P$, $\frac{1}{7}o\{117\}\frac{1}{7}P$. Messbar waren die Brachydomenzone und die Pyramiden.

Winkeltabelle.

	Schwantke. Gemessen:	G. vom Rath. Gemessen:	G. vom Rath. Berechnet:
(001) : (021) =	75° 55′	75° 56′	76° 10′
(001) : (011)	63 50	63 43	63 47
(001) : (023)	53 32	53 32	53 33
(001) : (012)	45 25	45 22	45 26
(001) : (013)	34 7	34 0	34 5½
(001) : (112)	65 1	*65 0	—
(001) : (113)	54 41	55 3	55 2
(001) : (114)	47 3	46 58	47 0
(001) : (117)	31 30	31 30	31 30

Die Krystalle zeigen die charakteristische Zwillingsbildung nach (110), die sich als Riefung auf den Pyramidenflächen bemerkbar macht, deutliche Spaltbarkeit parallel der Zwillingsebene; spec. Gew. (Mittel aus fünf pyknometrischen Messungen) 5,48024 (Grenzen: 5,455 und 5,522) [die grosse Differenz gegenüber den Sipöcz'schen Bestimmungen, spec. Gew. 6,4012—6,3842 vermag Verf. nicht zu erklären].

Die mit diesem Krystalle und zahlreichen Krystallfragmenten angestellte Analyse ergab:

	Binnenthal:	Verhältniss:	Berechnet auf $As_2Pb_4S_7$
Angewandte Menge	0,5110 g	—	—
As	12,46	2	12,49
Pb	68,67	4	68,83
S	18,81	7,1	18,68
Summe	99,94		100,00

Gleichfalls aus dem Dolomit des Binnenthales wurde eine Varietät analysirt, die mattschwarz, ohne den gewöhnlichen Glanz des Jordanits, häufig bunt

1) Die vom Verf. angegebenen Werthe sind nicht richtig.

angelaufen war und beim Loslösen in viele kleine Stückchen zersprang; jede Trennungsfläche war mit einem ganz dünnen, weissen Häutchen überzogen. Drei Analysen des von den Häutchen sorgfältig befreiten Materials ergaben:

	1.	2.	3.	Berechnet auf $As_2Pb_6S_{10}$
Pb	72,37	72,52	72,42	72,50
As	8,99	8,94	8,97	8,77
S	18,63	18,61	18,50	18,73
Summe	99,99	100,07	99,89	100,00

Trotz der guten Uebereinstimmung der drei Analysen untereinander und den für die Formel $As_2Pb_6S_{10}$ berechneten Zahlen nimmt Verf. wegen der inneren Unwahrscheinlichkeit der Formel an, dass den Analysen ein zersetzter Jordanit zu Grunde gelegen hat; die weissen Häutchen glaubt er als As_2O_3 ansprechen zu dürfen.

10. Enargit. *α*) Vier Analysen von derbem Enargit, stark mit Pyrit verwachsen, doch auch grosse, vollständig homogen erscheinende Partien enthaltend, von San Yuan County in Colorado. Sämmtliche Analysen geben einen Gehalt von *Fe*, der auf Beimengung von Eisenkies zurückgeführt und als solcher nebst der entsprechenden Menge *S* in Abzug gebracht wird. Die mit 1a. bis 4a. bezeichneten Reihen geben diese auf 100 % berechneten Werthe; aus ihnen sind dann die Verhältnisse berechnet, die auf die Formel $As_2Cu_7S_9$ führen.

	1.	2.	3.	4.
S	33,96	33,86	34,02	33,53
As	15,24	15,35	15,21	15,28
Sb	1,59	1,68	1,62	1,48
Cu	47,91	47,70	47,90	47,67
Fe	1,18	1,25	1,31	1,49
Summe	99,88	99,84	100,06	99,65 [1]

	1a.	2a.	3a.	4a.
S	33,50	33,37	33,43	33,05
As	15,65	15,80	15,64	15,88
Sb	1,63	1,73	1,66	1,53
Cu	49,22	49,10	49,27	49,54
Summe	100,00	100,00	100,00	100,00

Aus 1a. bis 4a. ergeben sich folgende Verhältnisse:

	As	:	*Cu*	:	*S*
1a.	1	:	3,50	:	4,7
2a.	1	:	3,45	:	4,62
3a.	1	:	3,5	:	4,59
4a.	1	:	3,49	:	4,61
Mittel	1	:	3,49	:	4,63
	2	:	6,98	:	9,26

β) Vier Analysen von derbem Enargit von Morococha, Peru, Provinz Jauli, von Pyritschnüren dicht durchsetzt; das Material zu je zwei der Analysen

1) Thatsächlich 99,45 %.

(1. und 2. resp. 3. und 4.) wurde derselben Stufe entnommen. Auch hier wurde das bei jeder Analyse aufgefundene Eisen als FeS_2 in Abzug gebracht und die Analysen wurden wie bei α) berechnet; die Verhältnisse nähern sich der Formel $As_2Cu_7S_9$, doch sind die Differenzen hier erheblicher als bei α).

	1.	2.	3.	4.
S	34,83	34,95	34,44	34,35
As	16,53	16,54	15,25	15,41
Sb	—	—	1,18	1,34
Cu	46,23	46,27	47,09	46,76
Fe	2,20	2,18	1,59	1,42
Summe	99,79	99,94	99,55	99,49[1])

	1a.	2a.	3a.	4a.
S	34,00	34,19	33,93	34,14
As	17,38	17,33	15,86	15,98
Sb	—	—	1,23	1,39
Cu	48,62	48,48	48,98	48,49
Summe	100,00	100,00	100,00	100,00

Aus 1a. und 2a. ergeben sich folgende Verhältnisse:

	As	:	*Cu*	:	*S*
1a.	2	:	6,62	:	9,16
2a.	2	:	6,64	:	9,24
Mittel:	2	:	6,63	:	9,20

Aus 3a. und 4a. ergiebt sich:

	As	:	*Cu*	:	*S*
3a.	2	:	7	:	9,56
4a.	2	:	6,82	:	9,48
Mittel:	2	:	6,91	:	9,52

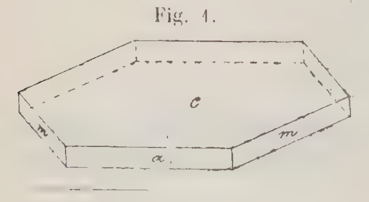
Auf Grund der Ergebnisse der eigenen Analysen sowie der Rammelsberg-Lüthe'schen Analyse des Enargits von Cosichuirachi (Mexico) kommt Verf. zu der Ansicht, dass unter den als Enargit zusammengefassten Mineralien neben den offenbar verbreitetsten von der Zusammensetzung $As_2Cu_6S_8$ auch Mineralien von der Zusammensetzung $As_2Cu_7S_9$ vorhanden sind, wie dies Rammelsberg zuerst vermuthet hatte.

Ref.: L. Milch.

3. C. Täuber (in Breslau): **Krystallographisch-optische Untersuchungen organischer Verbindungen** (Inaug.-Diss. Breslau 1898).

I. Cinchonin $C_{19}H_{22}N_2O$.

Fig. 1.



Krystalle von A. Ladenburg durch Erhitzen von käuflichem Cinchonin in Alkohol unter Zusatz kleiner Mengen von Formaldehyd beim Erkalten erhalten.

Monosymmetrisch.

$a : b = 1,4833 : 1; \quad \beta = 107^0 53'$.

1) Thatsächlich 99,28 %.

Comb.: $a = \{100\}$, $c = \{001\}$, $m = \{110\}$. Gestreckt nach der Symmetrieaxe und tafelig nach (001), oder säulenförmig durch gleiche Ausdehnung von (001) und (100), einzelne auch tafelig nach (100).

	Beobachtet:	Berechnet:
(100):(001) =	*72° 7′	—
(110):(1̄10)	*70 38	—
(110):(001)	79 40	79° 46′

Spaltbarkeit vollkommen nach (001), weniger nach (100).

Bräunlichgelb, durchsichtig. Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene, erste Mittellinie, Axe der grössten Elasticität, im stumpfen Winkel β gelegen. Doppelbrechung sehr stark, ebenso ungewöhnlich stark die Dispersion der Axen für verschiedene Farben, wenig dispergirt die erste Mittellinie für verschiedene Farben; zweite Mittellinie die Symmetrieaxe. Durch einen nach (100) tafeligen Krystall tritt die optische Axenebene gegen die Normale zur Platte nach oben geneigt aus:

in Luft unter:	53° 36′ *Li*,	54° 4′ *Na*,	54° 26′ *Tl*,
in Cassiaöl[1]):	36 13 *Li*,	36 6 *Na*,	36 0 *Tl*.

Im Krystalle und im Cassiaöl Axenebene für *Tl* weniger von der Normale abweichend als die für *Li*, beim Austritt in Luft Verhältniss umgekehrt wegen der viel stärkeren Brechung der grünen Strahlen. An derselben Platte:

in Luft:	$2E$ = 30° 48′ *Li*,	35° 52′ *Na*,	40° 58′ *Tl*,
in Cassiaöl:	$2H$ = 21 45 *Li*,	23 20 *Na*,	24 56 *Tl*.

Krystalle tafelig nach (001) zeigen die Ebene der optischen Axen in Cassiaöl unter $42\frac{1}{2}°$ gegen die Normale zur Tafelfläche geneigt.

Cinchoninkrystalle schon untersucht von Jacob Schabus[2]), Willmar Schwabe[3]) und Otto Lehmann[4]). Schabus hatte sie zwar als monosymmetrisch bestimmt, aber die Möglichkeit freigelassen, dass sie rhombisch-sphenoïdisch seien. Ein Vergleich der Messungen von Schabus und Täuber ergiebt die Identität beider Krystalle, die nach der Zeichnung von Schabus gleiche Ausdehnung von (001) und (100) zeigen.

	Schabus:	Täuber:
(001):(100) =	72° 41′	72° 7′
(001):(110)	79 $54\frac{1}{2}$	79 46
(110):(1̄10)	70 $8\frac{1}{2}$	70 38

Schwabe nennt sein Material Betacinchonin, aber in der chem. Literatur (Beilstein's Handbuch der Chemie 3. Aufl., 1897, **3**) wird Schwabe's Körper als identisch mit dem gewöhnlichen Cinchonin angenommen, die Zeichnung zeigt, dass die Krystalle mit den obigen identisch sind, nur ist die von ac gebildete Säule senkrecht gestellt. Die Krystallform nennt Schwabe »rhombisch-horizontale Prismen (Domen) mit Abstumpfungsflächen senkrecht auf Brachydiagonale

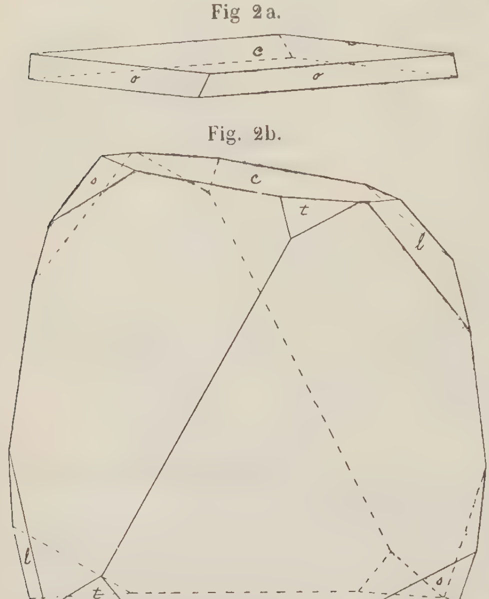
1) Cassiaöl: $n_{Li} = 1,56525$, $n_{Na} = 1,57530$, $n_{Tl} = 1,58422$.

2) Bestimmung der Krystallgestalten in chem. Labor. erzeugter Producte. Wien 1855, 173; Liebig und Kopp, Jahresbericht über Fortschritte der Chemie 1854, 509.

3) Archiv der Pharmacie 1860, **153**, 273; Kopp und Will, Jahresbericht über Fortschritte der Chemie 1860, 362.

4) Diese Zeitschr. 1882, **6**, 56.

und Makrodiagonale (Pinakoïden)«. Die Angaben über die Winkelmessungen zeigen, dass die Bestimmung als eine exacte schwerlich anzusehen ist. Gemessen ist nämlich nur ein Winkel von 119°. Wäre dieser 109°, so würde er mit dem Prismenwinkel 109° 22′ (70° 38′) übereinstimmen. Eine optische Untersuchung findet sich weder bei Schabus noch bei Schwabe. Lehmann sagt: Cinchonin liefert rhombische Krystalle, begrenzt von Brachypinakoid, Prisma (67°) und Basis. Die Zeichnungen zeigen, dass Lehmann's Krystalle von dem Habitus der Schwabe'schen sind. Der Winkel 67° ist durch approximative Messung unter dem Mikroskope gefunden, er entspricht dem Prismenwinkel 70° 38′. Optische Auslöschung durch (001) und (100) parallel und senkrecht zur Kante ac erklären die Bestimmung der Krystalle als rhombisch.



II. Links-mandelsaures Cinchonin $C_{19}H_{22}N_2O.C_8H_8O_3$ (dargestellt von Rimbach, vergl. Ber. d. d. chem. Ges. **32**, 2385.)

Rhombisch-hemiëdrisch.

$a:b:c = 0{,}7123:1:1{,}8252.$

Comb.: $c = \{001\}$, $l = \{120\}$, $t = \{102\}$, $o = \{\bar{1}11\}$, $s = \{1\bar{2}4\}$. Typisch hemiëdrisch, $\{111\}$ und $\{124\}$ immer linke Sphenoïde, $(1\bar{1}1)$ herrschend, (001) gewöhnlich nur untergeordnet, nur manchmal tafelig nach (001).

	Beobachtet:	Berechnet:
$(1\bar{1}1):(\bar{1}11)$	= 144° 44′	144° 44′
$(1\bar{1}1):(001)$	*72 22	—
$(1\bar{1}1):(11\bar{1})$	78 5	78 10
$(1\bar{1}1):(100)$	—	39 5
$(1\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	*112 52	—
$(11\bar{1}):(010)$	—	56 26
$(1\bar{2}4):(\bar{1}24)$	96 20	96 14
$(1\bar{2}4):(001)$	48 10	48 7
$(1\bar{2}4):(12\bar{4})$	—	129 21
$(1\bar{2}4):(100)$	—	64 40½
$(1\bar{2}4):(\bar{1}2\bar{4})$	—	104 55
$(1\bar{2}4):(010)$	—	52 27½
$(1\bar{2}4):(1\bar{1}1)$	29 0 appr.	29 23
$(1\bar{2}4):(\bar{1}11)$	—	117 49
$(1\bar{2}4):(11\bar{1})$	—	101 57
$(1\bar{2}4):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	101 23	101 23
$(102):(001)$	52 15	52 2
$(102):(1\bar{1}1)$	36 59	37 2

	Beobachtet:	Berechnet:
$(102):(11\bar{1})$ =	$64\frac{1}{2}^0$ appr.	$64^0 49'$
$(102):(1\bar{2}4)$	41 appr.	41 35
$(102):(12\bar{4})$	—	94 13
$(120):(010)$	—	35 4
$(120):(\bar{1}11)$	89 38′	89 37
$(120):(11\bar{1})$	26 appr.	26 2
$(120):(\bar{1}24)$	75 44	75 21
$(120):(12\bar{4})$	—	41 53
$(120):(102)$	63 0	63 4

Spaltbarkeit vollkommen nach (001).

Bräunlichgelb. Ebene der optischen Axen (010); erste Mittellinie, Axe der kleinsten Elasticität, die Verticale. In Cedernholzöl[1]) gemessen $2H = 91^0 22'$ Na, $90^0 56'$ Tl, daraus folgt, dass ein Austritt der Axen in Luft nicht stattfindet. Grösster Brechungsquotient $\gamma = 1{,}6614$ Na, $1{,}6688$ Tl, $\nu_{<\beta>\alpha} = 1{,}6172$ Na, $1{,}6231$ Tl (gemessen am Prisma von zwei Sphenoïdflächen $(1\bar{1}1)$ $(\bar{1}11)$, ν für einen in der Basis parallel der Sphenoïdkante schwingenden Strahl). Für rothe Strahlen wenig durchlässig, daher berechnet: $\gamma = 1{,}6534$ Li, $\nu = 1{,}6108$ Li; bei Benutzung von ν ergiebt sich aus $2H$ der wahre optische Axenwinkel $2V \leqq 83^0 6'$ Na, $82^0 33'$ Tl und daraus $2V \leqq 83^0 42'$ Li, $2H = 91^0 48'$ Li; die Berechnung aus $2H$ für Na und Tl ergiebt: $2H = 91^0 50'$ Li bei Anwendung der Cauchy'schen Formel $V_a = A \pm \frac{B}{\lambda^2}$ auf H_a. Ausser der starken Absorption der rothen Strahlen nach allen Richtungen, Absorption für das durchgelassene Licht nach verschiedenen Richtungen verschieden, Absorption: $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} \geqq \mathfrak{a}$.

Fig. 3.

III. Rechts- und linksmandelsaures Strychnin $C_8H_8O_3 . C_{21}H_{22}N_2O_2$ (dargestellt von G. Doctor).

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1{,}6485 : 1 : 0{,}4080$; $\beta = 91^0 23'$.

Comb.: $a = \{100\}$, $m = \{110\}$, $r = \{101\}$, $x = \{\bar{1}01\}$. Tafelig nach (100); (101) herrscht vor $(\bar{1}01)$ vor. (001) nicht beobachtet, ebenso kein wesentlicher Unterschied (Aetzfiguren zu undeutlich) zwischen Rechts- und Links-Krystallen beobachtet, die einseitig schief auftretenden Flächen zeigen sehr verschiedene Orientirung gegen (100), wohl nur Wachsthumserscheinungen.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}10)$ =	$*62^0 30'$	—
$(110):(100)$	58 45	$58^0 45'$
$(110):(001)$	89 17	89 17
$(001):(100)$	$88\frac{1}{2}$ appr.	88 37
$(100):(101)$	74 48	74 48
$(100):(\bar{1}01)$	*77 24	—
$(101):(\bar{1}01)$	*27 48	—

1) Cedernholzöl $n_{Li} = 1{,}4966$, $n_{Na} = 1{,}4993$, $n_{Tl} = 1{,}5020$.

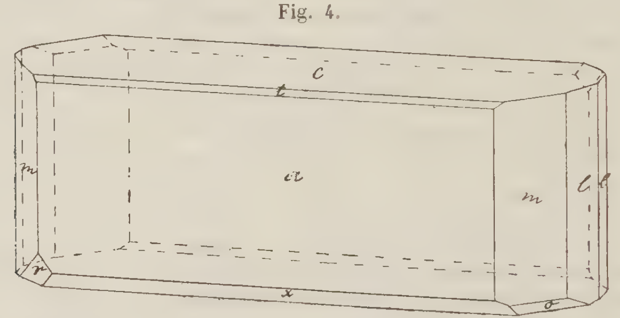
	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(101) =	82° 12′	82° 10′
(1̄10):(1̄01)	83 2	83 30
(101):(001)	13¾ appr.	13 49
(1̄01):(001)	14 appr.	13 59

Spaltbarkeit vollkommen nach (100), ziemlich vollkommen nach (001).

Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene, nur wenig nach hinten gegen die Normale zu (100) geneigt [Axenwinkel auch in Cassiaöl so gross, dass er auch an einer dünnen aufgeklebten Platte nicht zu beobachten, Ebene der Axen aber an einem frei im Oel um die Verticale gedrehten Krystall bestimmt]. Die zu (100) senkrechte Elasticitätsaxe Axe der kleinsten Elasticität, wahrscheinlich zweite Mittellinie.

IV. Neutrales traubensaures Strychnin $C_4H_6O_6.2C_{21}H_{22}N_2O_2.6\frac{1}{2}H_2O$ (dargest. von A. Ladenburg und G. Doctor, vgl. Ber. d. d. chem. Ges. **31**, 1969).

Fig. 4.



Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}7174 : 1 : 0{,}7946; \quad \beta = 93^0\,10'.$$

Comb.: $a = \{100\}$, $c = \{001\}$, $t = \{101\}$, $x = \{\bar{1}01\}$, $m = \{110\}$, $l = \{130\}$, $o = \{\bar{1}11\}$, $p = \{\bar{3}32\}$, $r = \{\bar{3}21\}$.

Langgestreckt nach der Symmetrieaxe, meist dünntafelig nach (100), zuweilen etwas dicker mit gleicher Ausdehnung von (001) und (1̄01), stets nur das linke Ende ausgebildet, mit dem rechten aufgewachsen in strahliger Anordnung. Von den Prismenflächen (110) am ausgedehntesten; r nur in der Lage (32̄1), dazu entweder (1̄1̄1) oder (3̄3̄2).

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(1̄10) =	60° 30′	60° 30′
(110):(100)	*59 45	—
(110):(001)	88 26	88 24
(110):(130)	19 17	19 15
(130):(1̄30)	21 56	22 0
(130):(100)	79 2	79 0
(130):(001)	—	89 24
(100):(001)	86 50	86 50
(100):(101)	*62 35	—
(1̄00):(1̄01)	67 48	67 48
(001):(101)	*24 15	—

	Beobachtet:	Berechnet:
$(001):(\bar{1}01)$	$= 25^0 22'$	$25^0 22'$
$(101):(110)$	76 10	76 35
$(101):(130)$	—	84 58
$(\bar{1}01):(\bar{1}10)$	79 appr.	79 2
$(\bar{1}01):(\bar{1}30)$	85 50	85 52
$(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	—	72 40
$(\bar{1}11):(\bar{1}00)$	72 appr.	72 17
$(\bar{1}11):(001)$	43 27	43 17
$(\bar{1}11):(\bar{1}01)$	36 39	36 20
$(\bar{1}11):(\bar{1}10)$	48 17	48 19
$(\bar{1}11):(110)$	—	68 59
$(\bar{1}11):(\bar{1}30)$	—	50 14
$(\bar{1}11):(130)$	—	58 26
$(\bar{1}11):(\bar{3}32)$	—	11 47
$(\bar{1}11):(33\bar{2})$	—	98 1
$(\bar{1}11):(\bar{3}21)$	—	24 40
$(\bar{1}11):(32\bar{1})$	—	95 14
$(\bar{3}32):(3\bar{3}2)$	—	90 14
$(\bar{3}32):(\bar{1}00)$	68 appr.	67 40
$(\bar{3}32):(001)$	55 appr.	55 4
$(332):(\bar{1}01)$	—	46 2
$(\bar{3}32):(110)$	$36\frac{1}{2}$ appr.	36 32
$(\bar{3}32):(110)$	—	65 8
$(\bar{3}32):(\bar{1}30)$	—	39 49
$(\bar{3}32):(130)$	—	51 29
$(\bar{3}32):(\bar{3}21)$	—	14 44
$(\bar{3}32):(32\bar{1})$	—	88 55
$(\bar{3}21):(\bar{3}\bar{2}1)$	—	87 15
$(\bar{3}21):(\bar{1}00)$	54 42	54 35
$(\bar{3}21):(001)$	$66\frac{1}{2}$ appr.	66 21
$(\bar{3}21):(\bar{1}01)$	$51\frac{1}{2}$ appr.	51 38
$(\bar{3}21):(\bar{1}10)$	$27\frac{1}{2}$ appr.	27 24
$(\bar{3}21):(110)$	—	72 18
$(\bar{3}21):(\bar{1}30)$	—	38 2
$(\bar{3}21):(130)$	—	55 29

Spaltbarkeit vollkommen nach (100), fast ebenso vollkommen nach $(\bar{1}01)$. Krystalle äusserst spröde.

Farblos, wasserhell. Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene, bildet in Cassiaöl mit der Normalen zur Querfläche nach vorn oben einen scheinbaren Winkel von $63\frac{1}{2}^0$ für *Na*. Bei entsprechender Neigung einer nach (100) tafeligen Platte in Cassiaöl: $2H = 19^0\,0'$ *Li*, $20^0\,10'$ *Na*, $21^0\,3'$ *Tl*. Doppelbrechung sehr stark.

Störung der Interferenzerscheinungen durch etwaige Zwillingsbildung nicht beobachtet.

V. Neutrales rechtsweinsaures Strychnin

$C_4H_6O_6 . 2C_{21}H_{22}N_2O_2 . 7H_2O$

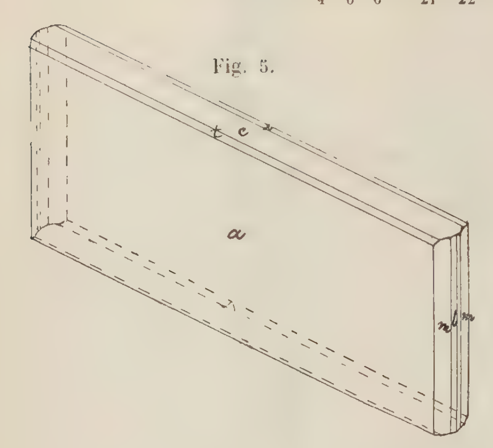


Fig. 5.

(dargestellt von A. Ladenburg und G. Doctor, vergl. Ber. d. d. chem. Ges. **31**, 1969).

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 2,7769 : 1 : 1,0897$; $\beta = 92^0 49'$.

Comb.: $a = \{100\}$, $c = \{001\}$, $t = \{101\}$, $x = \{\bar{1}01\}$, $y = \{\bar{2}01\}$, $m = \{110\}$, $l = \{230\}$.

Gestreckt nach der Symmetrieaxe, tafelig nach (100). Kein zu beiden Enden der Symmetrieaxe ausgebildeter Krystall vorhanden, sodass eine eventuell enantiomorphe Ausbildung nicht zu beobachten.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110) : ($\bar{1}$10)	= 39° 46′	39° 38′
(110) : (100)	70 7	70 11
(110) : (001)	—	89 3
(110) : (230)	—	6 18
(230) : ($\bar{2}$30)	27 2	27 2
(230) : (100)	*76 29	—
(230) : (001)	89 30	89 21
(100) : (001)	87 11	87 11
(100) : (101)	*66 9	—
($\bar{1}$00) : ($\bar{1}$01)	71 3	71 2
($\bar{1}$00) : ($\bar{2}$01)	39 29	39 12
(001) : (101)	*21 2	—
(001) : ($\bar{1}$01)	22 appr.	21 47
(001) : ($\bar{2}$01)	53½ appr.	53 37
($\bar{1}$01) : ($\bar{2}$01)	—	31 50
(101) : (110)	—	82 7
(101) : (230)	84 33	84 35
($\bar{1}$01) : ($\bar{1}$10)	—	83 40
($\bar{1}$01) : ($\bar{2}$30)	85 34	85 39
($\bar{2}$01) : ($\bar{1}$10)	—	74 46
($\bar{2}$01) : ($\bar{2}$30)	79 40	79 34

Spaltbarkeit vollkommen nach (100). Krystalle noch spröder als traubensaures Strychnin.

Farblos, wasserhell. Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene, gegen die Normale der Querfläche nach oben geneigt. Interferenzerscheinungen immer durch Zwillingsbildung derart gestört, dass die Axenebenen verschiedener Individuen unter verschiedener Neigung zur Querfläche sichtbar werden. In Cassiaöl: $2H = 28^0 2'$ *Li*, $27^0 9'$ *Na*, $26^0 17'$ *Tl*. Doppelbrechung sehr stark, erste Mittellinie Axe der kleinsten Elasticität.

VI. Jodmethylat des N-Aethyldihydroisoindols

$$C_6H_4<^{CH_2}_{CH_2}>NC_2H_5 \atop CH_3J$$

(dargestellt von M. Scholtz, vergl. Ber. d. d. chem. Ges. **31**, 1706).

Asymmetrisch. $a : b = 0,8920 : 1$.

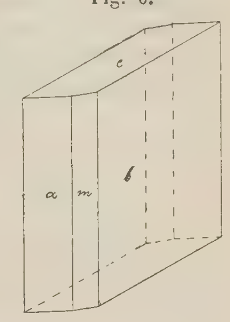


Fig. 6.

Winkel der Axen und Axenebenen im Oktanten vorn, oben, rechts:

$\alpha = 85^0\,46'$, $\beta = 95^0\,56'$, $\gamma = 87^0\,18'$
$A = 85\;28$, $B = 96\;10$, $C = 86\;50$

Comb.: $a = \{100\}$, $b = \{010\}$, $c = \{001\}$, $m = \{110\}$. Tafelig nach (010) mit gleicher Ausdehnung von (100) und (001).

	Beobachtet:	Berechnet:
(100):(010) =	*93° 10′	—
(100):(001)	*83 50	—
(010):(001)	*94 32	—
(100):(110)	*43 3	—
(001):(110)	88 25	88° 22′

Farblos, ziemlich durchsichtig. Eine optische Auslöschungsrichtung bildet auf (001) mit der Kante [(001) (010)] nach vorn einen Winkel von etwa 2°, auf (100) mit [(100) (010)] nach oben etwa 3°, auf (010) beide Auslöschungsrichtungen mit der Verticalen etwa 45°.

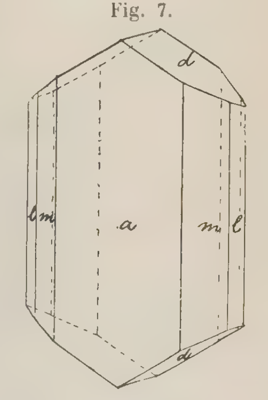
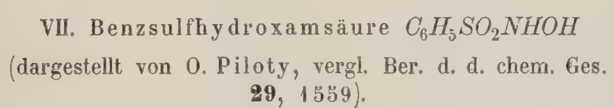


Fig. 7.



VII. Benzsulfhydroxamsäure $C_6H_5SO_2NHOH$

(dargestellt von O. Piloty, vergl. Ber. d. d. chem. Ges. **29**, 1559).

Rhombisch.

$a : b : c = 0,9696 : 1 : 0,5665$.

Comb.: $m = \{110\}$, $l = \{340\}$, $a = \{100\}$, $d = \{011\}$. Tafelig nach (100), gestreckt nach der Verticale, (340) nur selten und schmal.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(1̄10) =	91° 46′	91° 46′
(110):(100)	*44 7	—
(110):(340)	8 14	8 10
(340):(3̄40)	—	75 26
(011):(01̄1)	59 10	59 4
(011):(110)	*69 56	—
(011):(340)	—	67 3

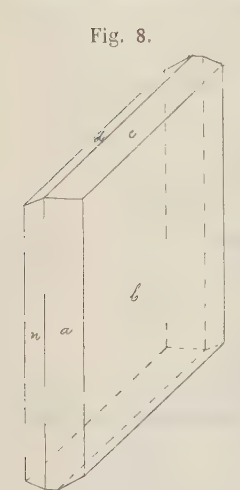
Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Farblos. Ebene der opt. Axen (001). Erste Mittellinie, Axe der kleinsten Elasticität, die Brachydiagonale. Durch die Querfläche in Cedernholzöl beobachtet:

$2H = 29^0 41'$ *Li*, $28^0 31'$ *Na*, $27^0 31'$ *Tl*,
in Luft: $2E = 44$ 55 *Li*, 43 29 *Na*, 42 9 *Tl*.

Durch ein natürliches Prisma, gebildet von (100) (110), wegen der sehr schwachen Doppelbrechung und der geringen Ausdehnung von (110) der Austritt der beiden nach der Verticale (𝔟) und der Basis (zwischen 𝔞 und 𝔠, nahe an 𝔞) schwingenden Strahlen nicht mit einer zur gesonderten Bestimmung der beiden Brechungsquotienten genügenden Deutlichkeit zu beobachten. Approximative Bestimmung ergiebt einen Brechungsquotienten (annähernd β) von 1,5935 *Na*, daraus und $2H$ ergiebt sich: $2V = 26^0 48'$ *Na*.

Fig. 8.



VIII. Tribenzsulfhydroxylamin $(C_6H_5SO_2)_3NO$

(dargestellt von O. Piloty, vergl. Ber. d. d. chem. Ges. **29**, 1559; Königs, ebenda **11**, 615 und 1590).

Asymmetrisch.

$a : b : c = 0,6897 : 1 : 0,5183;$

$\alpha = 88^0\ 1'$, $\beta = 102^0\ 5'$, $\gamma = 102^0 37'$
$A = 90\ 40$, $B = 101\ 56\frac{1}{2}$, $C = 102\ 29$

Comb.: $a = \{100\}$, $b = \{010\}$, $c = \{001\}$, $n = \{1\bar{1}0\}$, $d = \{0\bar{1}1\}$. Immer gestreckt nach der Verticale, tafelig nach (010) oder (100), selten nach $(1\bar{1}0)$ oder auch flach prismatisch durch gleiche Ausbildung von (100) und $(1\bar{1}0)$.

	Beobachtet:	Berechnet:
(100):(010) =	*77° 31′	—
(100):(001)	78 5	78° 3½′
$(100):(1\bar{1}0)$	*37 34	—
$(100):(0\bar{1}1)$	*86 26	—
(010):(001)	*89 20	—
$(010):(1\bar{1}0)$	115 5	115 5
$(010):(0\bar{1}1)$	58 40	58 40
$(001):(1\bar{1}0)$	79 appr.	79 21
$(001):(0\bar{1}1)$	*32 0	—
$(0\bar{1}1):(1\bar{1}0)$	68 appr.	67 32

Spaltbarkeit ziemlich vollkommen nach (010). Sehr spröde.

Farblos, durchsichtig. Durch (100) von vorn hindurchgesehen bildet eine optische Auslöschungsrichtung (für weisses Licht) mit der Kante $[(100)\ (1\bar{1}0)]$ einen nach oben geöffneten Winkel von etwa $5\frac{1}{2}^0$, durch $(1\bar{1}0)$ eine Auslöschungsrichtung mit $[(1\bar{1}0)\ (100)]$ einen nach oben geöffneten Winkel von etwa $2\frac{1}{2}^0$, durch (010) mit [(010) (100)] nach oben etwa 41^0, und es tritt im convergenten, polarisirten Lichte eine optische Axe unten rechts mit ziemlich starker Dispersion aus. Beim Drehen eines nach (010) tafeligen Krystalles um die Verticale in Cassiaöl treten unten, unter etwa $28\frac{1}{2}^0$ *Na* gegen die Normale zur Platte geneigt, beide optischen Axen aus in einer unter etwa 45^0 zur Verticalen schiefen Ebene. In dieser Stellung $2H = 23^0$ appr. *Na*, 27^0 appr. *Tl*.

IX. Jodhydrat des tertiären Isobutylglycerylamins $(CH_2OH)_3CNH_2HJ$

(dargestellt von O. Piloty und O. Ruff, vergl. Ber. d. d. chem. Ges. **30**, 2063).

Regulär.

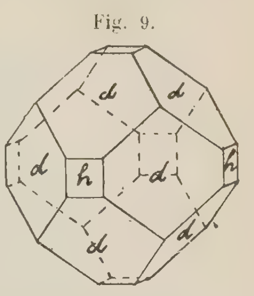
Comb.: $d = \{110\}$, $h = \{100\}$.

(100) herrschend, tafelig nach einer Dodekaëderfläche. (100) nur untergeordnet und nicht immer vollzählig.

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Farblos bis etwas gelblich. Optisch isotrop.

Fig. 9.



X. Chlorhydrat des tertiären Isobutylglycerylamins $(CH_2OH)_3CNH_2HCl$

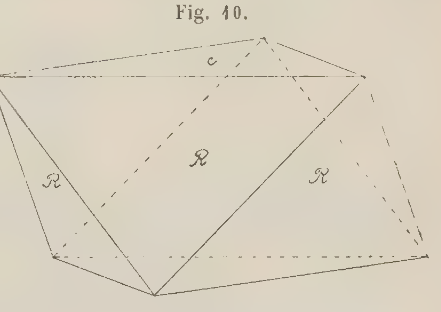
(dargestellt von O. Piloty und O. Ruff, vergl. Ber. d. d. chem. Ges. **30**, 2064).

Hexagonal-rhomboëdrisch.

$a : c = 1 : 1,6231.$

Comb.: $c = \{0001\}$, $R = \{10\bar{1}1\}$, $s = \{02\bar{2}1\}$. Gewöhnlich nur kleine, dünne nach (0001) tafelige Schuppen, nur zwei bessere Krystalle, die durch gleiche Centraldistanz von (0001) und $(10\bar{1}1)$ oktaëderähnlichen Habitus zeigen. $(02\bar{2}1)$ nur eine kleine Fläche.

Fig. 10.

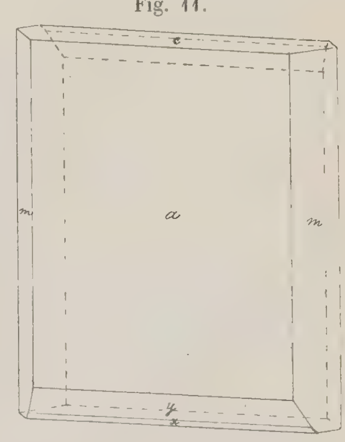


	Beobachtet:	Berechnet:
$(10\bar{1}1):(\bar{1}101)$ =	80° 24′	80° 22′
$(10\bar{1}1):(0001)$	*61 55	—
$(02\bar{2}1):(0001)$	75 appr.	75 3
$(02\bar{2}1):(\bar{2}021)$	—	66 24
$(02\bar{2}1):(10\bar{1}1)$	57 appr.	56 48

Spaltbarkeit höchst vollkommen nach (0001).

Farblos bis weisslich. Doppelbrechung sehr stark, negativ. Dispersion für verschiedene Farben schwach. Die einaxige Interferenzfigur zwischen gekreuzten Nicols stets vollkommen ungestört.


Fig. 11.



XI. Dicyan-Methylacetessigester

(dargestellt von W. Traube, vergl. Ber. d. d. chem. Ges. **31**, 191).

Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,6221 : 1 : 1,5650;$
$\beta = 91^0 50'.$

Comb.: $a = \{100\}$, $c = \{001\}$, $x = \{\bar{1}01\}$, $y = \{\bar{3}02\}$, $m = \{110\}$.

Stets dünntafelig nach (100), etwas gestreckt nach der Verticale. Unter den Endflächen (001) vorherrschend.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}10)$ =	$*63^0 20'$	—
$(110):(001)$	88 50	$89^0\ 2'$
$(001):(100)$	*88 10	—
$(001):(\bar{1}01)$	$42\frac{1}{2}$ appr.	44 51
$(\bar{1}01):(\bar{3}02)$	12 appr.	11 43
$(30\bar{2}):(100)$	*35 16	—
$(10\bar{1}):(110)$	69 10	69 1
$(30\bar{2}):(110)$	65 appr.	64 37

Spaltbarkeit unvollkommen nach (010), Krystalle sehr spröde.

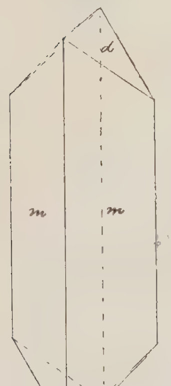
Schwefelgelb, durchsichtig. Ebene der optischen Axen die Symmetrieebene. Durch (100) tritt eine optische Axe nach vorn oben aus in Luft unter $36^0 25'$ *Na*, in Cedernholzöl unter $20^0 54'$ *Li*, $21^0 35'$ *Na*, $23^0 40'$ *Tl* zur Normalen von (100) geneigt.

XII. Cyanimidobenzoylpropionsäureester

$$\begin{array}{l} CH \\ C{=}NH \quad CO.C_6H_5 \\ CN \end{array}$$

(dargestellt von W. Traube durch Einwirkung von Dicyan auf Benzoylessigester).

Fig. 12.



Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 0{,}6942:1:1{,}0175;\quad \beta = 100^0\,17'.$$

Comb.: $m = \{110\}$, $d = \{011\}$.

Dünnsäulig nach (110).

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}10)$ =	$*111^0 20'$	—
$(110):(011)$	*59 48	—
$(\bar{1}10):(011)$	*72 50	—
$(011):(0\bar{1}1)$	90 7	$90^0\ 4'$

Spaltbarkeit ziemlich vollkommen nach (011).

Schwach gelblich, fast farblos. Durch jede Prismenfläche tritt eine optische Axe nach hinten etwas nach unten geneigt aus. Auf (110) bildet eine optische Auslöschungsrichtung mit der Kante $[(110)\,(1\bar{1}0)]$ nach oben gegen hinten einen Winkel von 38^0 im weissen Lichte, 39^0 *Na*.

XIII. α-Chlor-β-o-Tolyl-Isochinolin $C_6H_4<\begin{array}{l}CH{=}C{-}C_7H_7 \\ CCl{=}N\end{array}$

(dargestellt von F. Bethmann, vergl. Ber. d. d. chem. Ges. **32**, 1112).

Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1{,}3586:1:1{,}0507;\quad \beta = 119^0\,45'.$$

Comb.: $a = \{100\}$, $c = \{001\}$, $x = \{\bar{2}01\}$, $m = \{110\}$, $o = \{\bar{1}11\}$.

Krystalle farblos, von winziger Grösse, rhomboëdrischem Habitus durch gleiche Ausdehnung von *cm* einerseits und *ao* andererseits.

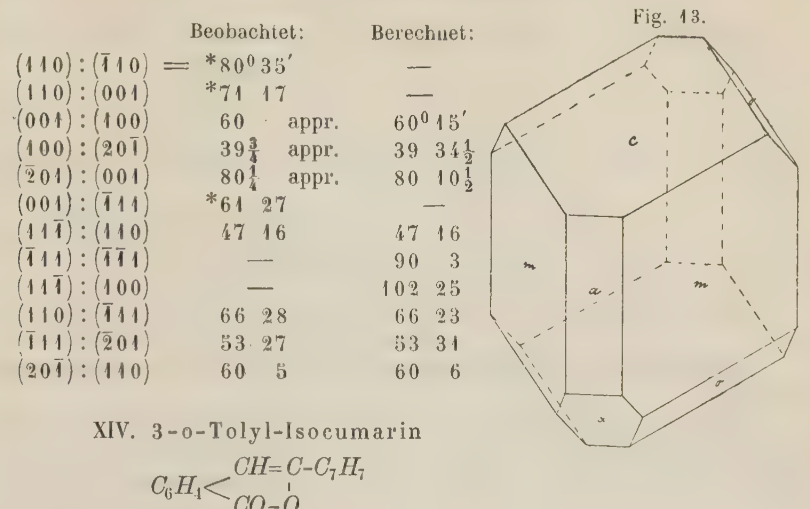


Fig. 13.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}10)$ =	*80° 35′	—
$(110):(001)$	*71 17	—
$(001):(100)$	60 appr.	60° 15′
$(100):(20\bar{1})$	39¾ appr.	39 34½
$(\bar{2}01):(001)$	80¼ appr.	80 10½
$(001):(\bar{1}11)$	*61 27	—
$(11\bar{1}):(110)$	47 16	47 16
$(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	—	90 3
$(11\bar{1}):(100)$	—	102 25
$(110):(\bar{1}11)$	66 28	66 23
$(\bar{1}11):(\bar{2}01)$	53 27	53 31
$(20\bar{1}):(110)$	60 5	60 6

XIV. 3-o-Tolyl-Isocumarin

$$C_6H_4 < \begin{matrix} CH = C - C_7H_7 \\ \quad\quad\; | \\ CO - O \end{matrix}$$

(dargestellt von F. Bethmann, vergl. Ber. d. d. chem. Ges. **32**, 1110).

Rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}7526 : 1 : 0{,}5499.$$

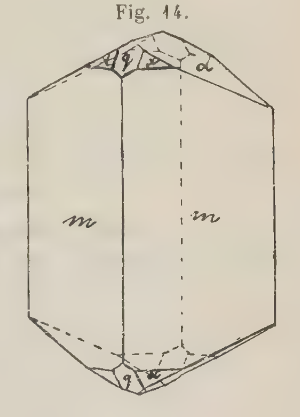


Fig. 14.

Comb.: $m = \{110\}$, $d = \{011\}$, $q = \{101\}$, $x = \{111\}$.

Säulenförmig nach der Verticale, oder oktaëdrischer Habitus. (101) und (111) nur an einem Krystalle. (111) bestimmt aus dem Verlaufe der Combinationskanten mit (110) und (101). Die Messungen der Winkel von (111) gegen (110), (101), (011) nur ganz approximativ.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$ =	*73° 56′	--
$(011):(0\bar{1}1)$	*57 37	—
$(110):(011)$	73 8	73° 9′
$(110):(101)$	62 1	61 53
$(101):(\bar{1}01)$	—	72 18
$(011):(101)$	44 52	45 2
$(111):(110)$	—	47 33
$(111):(011)$	—	32 38
$(111):(101)$	—	23 57

Blassgelb. Ebene der optischen Axen die Basis. Durch jede Prismenfläche tritt eine Axe mit sehr starker Dispersion aus.

XV. o-Xylylphtalid $C_6H_4 \left\langle \begin{matrix} CH-CH_2\text{-}C_7H_7 \\ CO \end{matrix} \right\rangle O$

(dargestellt von F. Bethmann, vergl. Ber. d. d. chem. Ges. **32**, 1107).

Fig. 15.

Monosymmetrisch.

$a : c = 1 : 0,7880; \quad \beta = 113\frac{1}{2}^0.$

Comb.: $a = \{100\}$, $c = \{001\}$, $x = \{\bar{1}01\}$.

Gestreckt nach der Symmetrieaxe, tafelig nach (100). Seitlich sämmtliche Krystalle verbrochen. Farblos.

Beobachtet: $(100):(001) = 66\frac{1}{2}^0$, $(001):(\bar{1}01) = 46\frac{1}{2}^0$, $(10\bar{1}):(100) = 67^0$.

Zugehörigkeit zum monosymmetrischen System aus dem optischen Verhalten bestimmt.

Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene. Durch (100) treten in Cedernholzöl die optischen Axen aus unter etwa 52° *Na*, gegen die Normale zu (100) geneigt. $2H = 60^0$ *Na*. Doppelbrechung sehr stark.

Ref.: C. Täuber.

4. E. Stuber (in Strassburg): **Krystallographische Untersuchungen organischer Verbindungen** (aus Fittig: Ueber Umlagerungen bei den ungesättigten Säuren, Ann. d. Chem. 1898, **304**, 117 f., **305**, 1 f.).

Bromisoterebinsäure $C_7H_9BrO_4$.

Dargestellt von Fittig und Petkow (l. c. **304**, 225). Schmelzpunkt 130°—131°. Kryst. aus Wasser. Rhombisch.

$a : b : c = 0,9702 : 1 : 0,7846.$

Comb.: {122}, untergeordnet {111}, zuweilen auch {100} und {110} (Aufstellung entsprechend der von Liweh gemessenen Chlorterebinsäure).

	Beobachtet:	Berechnet:
(111):(100) =	*57° 32′	—
(111):(110)	*41 35½	—
$(111):(1\bar{1}1)$	63 18	62° 46′
(110):(100)	44 26	44 8
(122):(100)	72 16	72 25
$(122):(12\bar{2})$	96 56	97 8
$(122):(1\bar{2}2)$	72 28	72 4

Oxyisoterebinsäure $C_7H_{10}O_5$.

Dargestellt von Denselben (l. c. 230). Schmelzpunkt 163°. Kryst. aus Wasser. Monoklin.

$a : b : c = 0,8870 : 1 : 0,8241; \quad \beta = 91^0 30\frac{1}{2}'.$

Beob. Formen: {110}, {001}, {011}, {101}, $\{10\bar{1}\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$ =	*83° 10′	—
(110):(001)	*89 0	—

	Beobachtet:	Berechnet:
(011) : (001) =	*39° 29′	—
(101) : (001)	42 11	42° 12′
(011) : (101)	55 13	55 7½
(101) : (110)	58 53	58 59

Isoterebilensäure $C_7H_8O_4$.

Dargestellt von Denselben (l. c. 234). Schmelzpunkt 118°—119°. Kryst. aus Wasser. Monoklin.

$$a:b:c = 1{,}147 : 1 : 1{,}510; \quad \beta = 101^{0}\,3'.$$

Comb.: {001} vorherrschend, {010}, {100}, {111}, {11$\bar{1}$}, {10$\bar{1}$}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(100) : (001) =	*78° 57′	—
(111) : (001)	*57 31	—
(111) : (100)	*49 41	—
(101) : (001)	60 0	59° 58′
(111) : (11$\bar{1}$)	53 15	53 17

Ebene der optischen Axen (010). Dispersion, $\varrho > v$.

Isopropylmesaconsäure $C_8H_{12}O_4$.

Dargestellt von Burwell (l. c. 266). Schmelzpunkt 183°. Kryst. aus Wasser. Monoklin.

$$a:b:c = 1{,}4268 : 1 : 0{,}7453; \quad \beta = 104^{0}\,20'.$$

Beob. Formen: {100} vorherrschend, {001}, {110}, {010}, {10$\bar{1}$}.

(001) : (100) =	*75° 40′
($\bar{1}$01) : (001)	*30 10
(110) : (100)	*54 7

Auslöschung auf (010) unter 50° gegen c im stumpfen Winkel β.

Isobutylbernsteinsäure $C_8H_{14}O_4$.

Dargestellt von Denselben (l. c. 271). Schmelzpunkt 107°—108°. Kryst. aus Wasser. Rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}8551 : 1 : 1{,}0877.$$

Comb.: {110}, {001}, {010}, {111}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110) : (1$\bar{1}$0) =	*81° 4′	—
(110) : (111)	*30 50	—
(111) : (1$\bar{1}$1)	67 49½	67° 50′

Spaltbarkeit (010) vollkommen.

Isopropylisoparaconsäure $C_8H_{12}O_4$.

Dargestellt von Demselben (l. c. 274). Schmelzpunkt 143°. Kryst. aus Wasser. Monoklin.

$$a : b : c = 0{,}6623 : 1 : 0{,}4853; \quad \beta = 107^{0}\,6'.$$

Beob. Formen: {100}, {110}, {001}, {011}, {10$\bar{1}$}, {010}, {11$\bar{1}$}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(001):(100) =	*72° 54′	—
(011):(001)	*24 53	—
(110):(100)	*32 20	—
(1̄01):(001)	42 0	41° 45′
(110):(001)	75 28½	75 37
(110):(011)	63 19½	63 16
(110):(101̄)	69 10½	69 19
(011):(100)	74 38	74 24½
(1̄10):(011)	90 4	90 0
(1̄11):(010)	66 17	66 12
(1̄11):(1̄00)	67 23	67 34
(1̄11):(001)	47 11	47 0½

Gute Spaltbarkeit nach (001).

Doppelbrechung + stark; Axenebene ⊥ (010), 1. Mittellinie 83° zu c geneigt im stumpfen Winkel β; $2E = 51^0\,12'$ *Na*.

Phenylitaconsäure $C_{11}H_{10}O_4$.

Dargestellt von Brooke (l. c. **305**, 19). Schmelzpunkt 180°. Kryst. aus Aether. Triklin.

$$a : b : c = 0{,}82 : 1 : 0{,}75.$$

$$\alpha = 105^0\,47', \qquad \beta = 118^0\,53', \qquad \gamma = 84^0\,59'.$$

Dünne Täfelchen nach {010} mit {100}, {001}, {11̄0} und {h1h}, letztere matt, nicht messbar. Stets Zwillinge nach der Axe c, an denen die Flächen von {100} und {010} beider, nach (100) verwachsenen Krystalle parallel sind.

(100):(010) =	*87° 0′
(100):(001)	*61 22
(010):(001)	*74 43
(11̄0):(100)	*37 47

Kantenwinkel [h1h, 010]:[100, 010] *32° ca. (unter dem Mikroskop gemessen). Vollkommene Spaltbarkeit nach (001) und (100).

Auslöschung auf (010) 37° zu c im stumpfen Winkel β, auf (001) 24° im spitzen Winkel γ und auf (100) 31° im spitzen Winkel α gegen Axe b geneigt.

Die Phenylitaconsäure zeigt mit der Teraconsäure (Dimethylitaconsäure) Analogie in der Zwillingsbildung, Spaltbarkeit und den Winkeln von {100}, {110} und {001}, ähnlich wie Phenylisobromparaconsäure und Chlorterebinsäure (Dimethylchlorparaconsäure).

Phenylitaconsäure-Anhydrid $C_{11}H_8O_3$.

Dargestellt von Demselben (l. c. 22). Schmelzpunkt 164°—166°. Kryst. aus Chloroform. Monoklin.

$$a : b : c = 1{,}013 : 1 : ?; \quad \beta = 109^0\,58'.$$

Comb.: {001}, {100}, {120}, {110}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(120):(1̄20) =	*55° 24′	—
(120):(001)	*80 52	—
(120):(110)	18 16	18° 42′

Ebene der optischen Axen (010); auf (001) des Interferenzbild einer Axe nach vorn geneigt sichtbar.

Phenylcitraconsäure-Anhydrid $C_{11}H_8O_3$.

Dargestellt von Demselben (l. c. 25). Schmelzpunkt 60°—61°. Kryst. aus Aether. Monoklin.

$$a:b:c = 0{,}9498:1:0{,}5291; \quad \beta = 99^\circ 7'.$$

Beobachtete Formen: {110}, {010}, {011}, {111}, {001}, {101}, {100}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(111):(1$\bar{1}$1) =	*46° 23′	—
(111):(011)	*24 34	—
(011):(001)	*27 35	—
(011):($\bar{1}$10)	77 33	77° 38′
(111):(0$\bar{1}$1)	57 1	57 0
(111):(110)	48 31	48 29
(110):(1$\bar{1}$0)	86 26	86 20

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Auslöschung auf {110} unter 19° zu c.

Phenylcitraconsäure $C_{11}H_{10}O_4$.

Dargestellt von Demselben (l. c. 27). Schmelzpunkt 105°—108°. Kryst. aus Aether mit Ligroïn. Triklin.

$$a:b:c = 0{,}5830:1:0{,}2467.$$
$$\alpha = 122^\circ 25', \quad \beta = 103^\circ 15', \quad \gamma = 56^\circ 10'.$$

Beobachtete Formen: {010}, {100}, {001}, untergeordnet: {110}, {1$\bar{1}$0}, {708}, {12$\bar{1}$}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(001):(010) =	*59° 39′	—
(100):(001)	*95 40	—
(100):(010)	*121 52	—
(12$\bar{1}$):(100)	*75 7	—
(12$\bar{1}$):(00$\bar{1}$)	*30 26	—
(110):(001)	73 25	73° 45′
(110):(100)	41 53	41 31
(1$\bar{1}$0):(100)	22 51 appr.	23 48
(12$\bar{1}$):(010)	79 42	79 48
(12$\bar{1}$):(110)	80 22	80 48
(708):(100)	71 22	70 53
(708):(010)	74 28	75 5

Spaltbarkeit nach {708} vollkommen.

Schwingungsrichtung auf (010) 46° zu c im stumpfen Winkel β, auf (100) 31° im stumpfen Winkel α. Durch (010) eine Axe sichtbar gegen die stumpfe Kante [100, 010] geneigt.

Phenylaticonsäure $C_{11}H_{10}O_4$.

Dargestellt von Demselben (l. c. 36). Schmelzpunkt 149°—151°. Kryst. aus Aether. Monoklin.

$$a:b:c = 1{,}0333:1:1{,}0482; \quad \beta = 119^\circ 5'.$$

Comb.: {100}, {120}, {001}, {11$\bar{1}$}, ähnlich einem hexagonalen Prisma mit Rhomboëder.

	Beobachtet:	Berechnet:
(100):(001) =	*60° 55′	—
($\bar{1}$11):(001)	*68 19	—
(11$\bar{1}$):(1$\bar{1}\bar{1}$)	*83 47	—
(120):($\bar{1}$20)	57 45	57° 57′
(120):(001)	76 23	76 23

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Schwingungsrichtung auf {120} 13° zu c geneigt; durch (100) eine Axe nach unten geneigt sichtbar.

Ref.: P. Groth.

5. H. Monke (in Breslau): **Krystallographische Untersuchungen organischer Körper** (aus Ann. d. Chem. 1898, **306**).

1. $\alpha\alpha$-Dicarboxymethylocitronensäuremethylester $C_{14}H_{20}O_{11}$.

Dargestellt von Anschütz und Clarke (l. c. 30). Schmelzpunkt 66°. Kryst. aus Methyl- oder Aethylalkohol. Triklin.

$$a : b : c = 0{,}5254 : 1 : 0{,}4850.$$

$$\alpha = 101^0 57' \quad \beta = 96^0 55' \quad \gamma = 87^0 40\tfrac{1}{2}'$$
$$A = 101\ 46 \quad B = 96\ 35 \quad C = 89\ \ 4\tfrac{1}{2}$$

Comb.: {1$\bar{1}$0}, {110}, {001}, {010}, {0$\bar{1}$1}.

	Berechnet:	Beobachtet:
(010):(001) =	—	*101° 46′
(110):(001)	101° 26½′	101° 46
(1$\bar{1}$0):(001)	89 42	89 50
(0$\bar{1}$1):(010)	—	*74 9
(110):(010)	—	*62 39½
(1$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$0)	—	*61 13
(0$\bar{1}$1):(1$\bar{1}$0)	76 31	76 37
(0$\bar{1}$1):(110)	—	*88 42½

Keine Spaltbarkeit beobachtet.

Auf (1$\bar{1}$0) Auslöschung unter 13½° zu c.

2. Monureïndioxybernsteinsäureäthylester $C_9H_{14}N_2O_7$.

Dargestellt von Geisenheimer und Anschütz (l. c. 45). Kryst. aus Wasser. Rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}7707 : 1 : 3{,}3097.$$

Beobachtete Formen: {010}, {001}, {111}, {011}, {104}.

	Berechnet:	Beobachtet:
(111):(1$\bar{1}$1) =	—	*73° 47′
(111):(11$\bar{1}$)	—	*20 54
(111):($\bar{1}$11)	102° 19½′	102 32
(111):(104)	46 5	46 6
(011):(010)	16 49	17 9
(011):(104)	78 38	78 27
(104):(001)	47 2	47 1

Spaltbarkeit (001) höchst vollkommen.
Ebene der optischen Axen (010), c 1. Mittellinie.

	Li	*Na*	*Tl*
$\alpha =$	1,5352	1,5367	1,5387
$\beta =$	1,5528	1,5542	1,5566
$\gamma =$	2,5756	1,5767	1,5793
$2V =$	83° 45	84° 1½′	84° 22½′

3. Monureïndioxybernsteinsäuremethylester $C_7H_{10}N_2O_7$.

Dargestellt von Demselben (l. c. 64). Schmelzpunkt 179°—180°. Kryst. aus Alkohol und Wasser. Rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}7386 : 1 : 3{,}0499.$$

Comb.: {110}, {001}, {010}, {108}.

	Berechnet:	Beobachtet:
(110) : (1$\bar{1}$0) =	—	*72° 54′
(110) : (108)	—	*68 21
(108) : (001)	27° 18′	27 30

Spaltbarkeit (001) sehr vollkommen.
Ebene der optischen Axen (010), 1. Mittellinie c.

	Na	*Tl*
$\alpha =$	1,4877	1,4921
$\beta =$	1,5011	1,5049
$\gamma =$	1,5271	1,5304
$2V =$	72° 15½′	71° 41½′

4. Additionsproduct von Thioharnstoff und Dioxybernsteinsäureäthylester $C_9H_{14}N_2SO_6$.

Dargestellt von Demselben (l. c. 70). Schmelzpunkt 150°—151°. Kryst. aus Essigester. Rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}7376 : 1 : 3{,}2443.$$

Beob. Formen: {010}, {100}, {110}, {001}, {1.0.16}, {1.0.18}.

		Berechnet:	Beobachtet:
(110) : (1$\bar{1}$0)	=	72° 49½′	72° 56′
(110) : (1.0.16)		—	*77 41
(1.0.16) : ($\bar{1}$.0.16)		—	*30 44½′
(1.0.18) : ($\bar{1}$.0.18)		27 28	27 18

Spaltbarkeit (001) unvollkommen.
Ebene der optischen Axen (010), 1. Mittellinie c; Axenwinkel ungefähr wie wie bei 2., Doppelbrechung stärker.

Ref.: P. Groth.

6. W. Bruhns (in Strassburg): **Krystallographische Untersuchungen organischer Körper** (Ann. d. Chem. 1898, **307**, 122 f. — Zum Theil auch N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1898, **2**, 53 f.)[1].

---

1) Die Abweichungen der hier gegebenen Zahlen von den in den Originalabhandlungen enthaltenen beruhen auf Correcturen des Verfs., welche Derselbe nebst den hier reproducirten, neu hergestellten Figuren der Redaction zur Verfügung gestellt hat. P. G.

Benzyliden-Isodiphenyloxäthylamin $C_{21}H_{19}NO$.

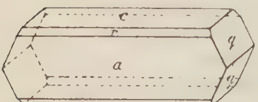


Fig. 1.

Dargestellt von Erlenmeyer. Schmelzp. 134⁰. Krystalle aus Alkohol. Monoklin.

$$a:b:c = 2,2505:1:2,1389;$$
$$\beta = 97^0\,52'.$$

Comb. (s. Fig. 1): $a\{100\}$, $c\{001\}$, $r\{101\}$, $s\{10\bar{1}\}$, am Ende $q\{011\}$, selten mit $\{010\}$. Oft hohle Krystalle.

		Berechnet:	Beobachtet:
$a:c$	$= (100):(001) =$	$*82^0\;8'$	—
$r:a$	$= (101):(100)$	$*42\;20$	—
$q:c$	$= (011):(001)$	$*64\;44$	—
$s:a$	$= (10\bar{1}):(100)$	$50\;39$	$50^0\,36'$
$r:q$	$= (101):(011)$	$70\;47$	$70\;51$

Doppelbr. +. Axenebene (010), durch (101) ein Axenbild nach (001) hin, durch (100) das andere fast senkrecht.

Isodiphenyloxäthylamin $C_{14}H_{15}NO$.

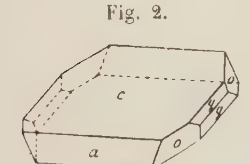


Fig. 2.

Dargestellt von Demselben (l. c. 124). Schmelzp. 129⁰—130⁰. Kryst. aus Methylalkohol. Monoklin.

$$a:b:c = 3,3339:1:2,2396;\quad \beta = 104^0\,45'.$$

Beob. Formen (s. Fig. 2): $c\{001\}$, $a\{100\}$, $o\{11\bar{1}\}$, $q\{021\}$, $x\{77\bar{1}\}$, von denen $\{001\}$ und $\{11\bar{1}\}$ zuweilen durch vicinale ersetzt werden.

		Beobachtet:	Berechnet:
$o:a$	$= (11\bar{1}):(100) =$	$*99^0\,59'$	—
$c:a$	$= (001):(100)$	$*75\;15$	—
$q:c$	$= (021):(001)$	$*77\;\;0$	—
$q:a$	$= (021):(100)$	$86\;55$	$86^0\,43'$
$o:q$	$= (11\bar{1}):(02\bar{1})$	$17\;39$	$17\;30$
$o:q$	$= (11\bar{1}):(021)$	$36\;48$	$36\;58$
$o:o$	$= (11\bar{1}):(\bar{1}11)$	$51\;12$	$51\;54$
$o:x$	$= (11\bar{1}):(77\bar{1})$	$21\;55$	$21\;58$

Spaltb. (010) unvollkommen.

Doppelbr. +; Axenebene (010); Schwingungsrichtung auf (010) 25⁰ zu Axe a im stumpfen Winkel β; durch (001) das Bild einer Axe nach vorn geneigt sichtbar; starke Dispersion.

Isodiphenyloxäthylaminchlorhydrat $C_{14}H_{16}ONCl$.

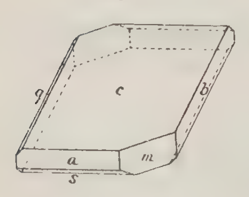


Fig. 3.

Dargestellt von Demselben (l. c. 127). Schmelzp. 211⁰. Kryst. aus verdünnter Salzsäure. Triklin.

$$a:b:c = 0,6925:1:0,9899.$$
$$\alpha = 88^0\,16',\quad \beta = 119^0\,42',\quad \gamma = 91^0\,14'.$$

Dünntafelige Comb. (s. Fig. 3): $c\{001\}$, $b\{010\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$, $q\{0\bar{1}1\}$, $s\{20\bar{3}\}$; meist Zwillinge nach (001).

	Beobachtet:	Berechnet:
(001) : (100) =	$*60^0 20'$	—
(001) : (010)	*91 18	—
(100) : (010)	*89 35	—
(110) : (010)	*58 40	—
$(0\bar{1}1)$: (001)	*40 8	—
(110) : (001)	65 54	$65^0 43'$
$(20\bar{3})$: (100)	61 50	62 13

Spaltb. (010) wenig vollkommen.

Ebene der optischen Axen nahe ⊥ [001, 110] und 22^0 mit a bildend; durch (001) eine Axe nach (110) hin sichtbar; Auslöschungsschiefe auf (010) 42^0 gegen a, auf (100) 30^0 gegen b.

Krystallverbindung des vorigen Salzes mit Methylalkohol $C_{14}H_{16}ONCl + CH_3OH$.

Rasch verwitternde grosse sechsseitige monokline Tafeln nach {001} mit {100} ($\beta = 78^0 25'$) und nicht bestimmbaren prismatischen Formen. Spaltb. {100} ziemlich vollkommen, {110} unvollkommen. Ebene der optischen Axen (010), zweite Mittellinie nahe ⊥ (001).

Diphenyloxäthylaminchlorhydrat $C_{14}H_{16}NOCl$.

Dargestellt von Demselben (l. c. 132). Die Lösung dieses Salzes erstarrt beim Erkalten zu einer Gallerte, in welcher sich drei- oder sechsseitige Prismen bilden; diese zeigten die Flächen $\{\bar{2}11\}$ und $\{10\bar{1}\}$ mit gerundeten Endflächen; Zwillingsbildung nach einer hexagonalen Pyramide zweiter Art mit Durchkreuzung unter 60^0, darnach $a : c = 1 : 1,732$. Doppelbr. —; $\varepsilon = 1,63$. Diese Krystalle wandeln sich bei längerem Stehen in der Mutterlauge oder beim Erwärmen in monokline, langgestreckte, scheinbar rechtwinkelige Blättchen um; zuweilen entsteht noch eine dritte Modification, welche wahrscheinlich rhombisch ist.

Diphenyloxyäthylamin $C_{14}H_{15}NO$.

Dargestellt von Demselben (l. c. 134) sowohl aus der hexagonalen, als aus der monoklinen Modification des chlorwasserstoffsauren Salzes. Schmelzp. 163^0. Kryst. aus Alkohol. Monoklin.

Fig. 4.

$$a : b : c = 2,1370 : 1 : 2,8933; \quad \beta = 105^0 37'.$$

Comb. (Fig. 4): $a\{100\}$, $c\{001\}$, $r\{10\bar{2}\}$, $s\{10\bar{6}\}$, $o\{11\bar{1}\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
(100) : (001) =	$*74^0 23'$	—
(100) : $(11\bar{1})$	*69 48	—
$(11\bar{1})$: $(\bar{1}11)$	*55 0	—
$(\bar{1}06)$: (001)	12 52	$13^0 2'$
$(\bar{1}02)$: (001)	38 46	38 34

Ebene der optischen Axen (010), durch (100) das Interferenzbild einer Axe nach unten geneigt sichtbar.

Phenylacetylamidozimmtsäure $C_{17}H_{15}NO_3$.

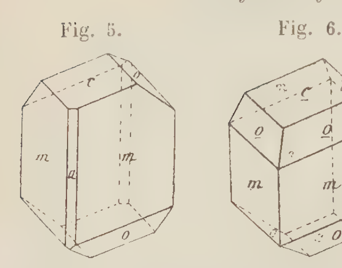


Fig. 5. Fig. 6.

Dargestellt von Erlenmeyer und Kunlin (l. c. 166). Schmelzpunkt 186⁰. Kryst. aus Alkohol. Monoklin.

$$a : b : c = 1{,}0428 : 1 : 0{,}6925;$$
$$\beta = 111^0\, 57'.$$

Rhomboëderähnliche Combinationen von $m\{110\}$ und $c\{001\}$, zum Theil mit untergeordneten $o\{11\bar{1}\}$ und $a\{100\}$ (Fig. 5); häufig Zwillinge nach (001), an denen {110} nur an einem Krystalle auftritt (s. Fig. 6).

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$ =	*88⁰ 6′	—
$(110):(001)$	*74 25	—
$(\bar{1}11):(001)$	*55 38	—
$(11\bar{1}):(1\bar{1}\bar{1})$	67 10	67⁰ 4′
$(100):(001)$	68 4	68 3
$(110):(11\bar{1})$	77 53	78 13
$(\bar{1}\bar{1}1):(110)$	24 14	24 28
$(1\bar{1}0):(\bar{1}10)$	31 33	31 10
$(\bar{1}\bar{1}1):(11\bar{1})$	80 3	80 6

Ebene der optischen Axen (010), eine Axe nahe ⊥ (001); Schwingungsrichtung auf {110} 40⁰ zu [110, 001] im stumpfen Winkel β.

Desylessigsäurehydroxylacton $C_{16}H_{14}O_3$.

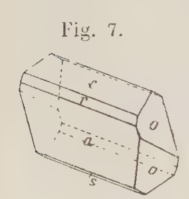


Fig. 7.

Dargestellt von Erlenmeyer und Lux (Ber. d. d. chem. Ges. 1898, **31**, 2226). Schmelzp. 170⁰. Kryst. aus salzsaurer Lösung. Monoklin.

$$a : b : c = 4{,}5713 : 1 : 4{,}8253;$$
$$\beta = 105^0\, 52'.$$

Comb. (Fig. 7): $a\{100\}$, $c\{001\}$, $s\{10\bar{1}\}$, $r\{101\}$, $o\{11\bar{1}\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(100):(001)$ =	*74⁰ 8′	—
$(\bar{1}01):(001)$	*50 53	—
$(11\bar{1}):(10\bar{1})$	*75 48	—
$(101):(100)$	38 28	38⁰ 14′
$(\bar{1}11):(001)$	80 39	80 6
$(11\bar{1}):(100)$	81 46	81 54

Spaltbarkeit {001} ziemlich vollkommen.

Doppelbrechung —; Ebene der optischen Axen ⊥ (010), erste Mittellinie zur Normale zu (001) nach oben geneigt.

Desylessigsäure (β-Phenylbenzoylpropionsäure) $C_{16}H_{14}O_3$.

Dargestellt von Denselben (Ber. d. d. chem. Ges. 1896, **29**, 2586 und 1898; **31**, 2231). Schmelzp. 162⁰. Kryst. aus Alkohol. Tetragonal.

$$a : c = 1 : 0{,}9374.$$

{111}, oktaëderähnlich, zuweilen mit kleinen Flächen von {001} und {100}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(111) : (1$\bar{1}$1) =	*68° 42′	—
(111) : (11$\bar{1}$)	74 46	74° 54′

Spaltbarkeit {100} unvollkommen.
Doppelbr. +. Ref.: P. Groth.

7. H. Rosenbusch (in Heidelberg): **Krystallographische Untersuchung der Stickstoffmetalle**[1]) (aus: Curtius und Rissom, neue Untersuchungen über den Stickstoffwasserstoff N_3H. Journ. f. prakt. Chemie 1898, **58**, 261 f.).

$N_3 . NH_4$. Rhombisch (?), Tafeln mit zwei zu einander senkrechten Systemen von Zwillingsstreifen; sehr starke Doppelbrechung.

N_3Na. Hexagonale Blättchen, einaxig mit starker positiver Doppelbrechung.

N_3K. Tetragonal. $a : c = 1 : 0,5810$. Comb.: {111} {001}. Beob.: (111) : (1$\bar{1}$1) = 53° 20′, (111) : (11$\bar{1}$) = 101° 14′. Doppelbr. —, stark.

N_3Rb. Tetragonal. $a : c = 1 : 0,5785$. Comb.: {001} {111}. Beob.: (111) : (001) = 39° 19′, (111) : (1$\bar{1}$1) = 53° 10′. Doppelbr. —, stark.

N_3Cs. Negativ einaxige, stark doppeltbrechende Blättchen.

N_3Tl. Tetragonal. $a : c = 1 : 0,5881$. Comb.: {001} {111} {221}: Beob.: (111) : (001) = 39° 44′, (111) : (1$\bar{1}$1) = 54° 5′, (221) : (001) = 58° 46′.

N_6Ca. Rhombische Prismen mit unvollkommenen Endflächen (wegen der Beziehung zum folgenden als {015} angenommen).

$$a : b : c = 0,3207 : 1 : 0,88.$$

	Beobachtet:	Berechnet:
(110) : (010) =	*72° 13′	—
(450) : (010)	67 53	67° 54′
(10.23.0) : (010)	53 44	53 35
(130) : (010)	46 3	46 6
(015) : (010)	*80 circa	—

N_6Ba. Rhombisch. $a : b : c = 0,3424 : 1 : 0,8461$. Beob. Formen. {010}, {110}, {120}, {450}, {001}, {011} u. a. nicht bestimmbare.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110) : (010) =	*71° 6′	—
(120) : (010)	55 53	55° 36′
(450) : (010)	66 46	66 53
(011) : (010)	*49 46	—

Ebene der optischen Axen anscheinend (010). Ref.: P. Groth.

8. G. Bartalini (in Ferrara, früher in Florenz): **Messungen der Alaune des Titansesquioxydes** (aus: A. Piccini, über die Alaune des Titansesquioxydes. Anhang: Notiz über die Manganalaune. Zeitschr. f. anorgan. Chemie 1898, **17**, 355).

---

1) Vergl. auch die kryst. Untersuchung derselben Körper von A. C. Gill (ref. diese Zeitschr. **32**, 607), welche inzwischen auch deutsch in Zeitschr. f. anorg. Chemie 1898, **17**, 23 f. erschienen ist.

Wie A. Piccini gefunden hat, sind die Kalium- und Ammoniumalaune solcher Elemente, welche eine höhere Maximalvalenz als drei besitzen, schwer darstellbar, während die Cäsium- und Rubidiumsulfate weit geeigneter sind, um die betreffenden Alaune zu erhalten. Vom Vanadin gelang auch noch die Darstellung des Ammoniumalauns (s. diese Zeitschr. **28**, 195), während das in Lösungen sehr unbeständige Ti_2O_3 nur mit Cs und Rb Alaun lieferte.

Cäsiumtitanalaun $[SO_4]_2TiCs.12H_2O$.

Dyakisdodekaëdrisch. Beob. Formen: {111}, {210}, {100}, die letzte selten und klein. Keine Spaltbarkeit. Hell rothviolett. Brechungsindices für Roth 1,472, für Gelb 1,475 (Na 1,4736), für Grün 1,476, für Blau 1,480, für Violett 1,482.

Rubidiumtitanalaun $[SO_4]_2TiRb.12H_2O$.

Comb.: {210} {100} {111}. Lebhaft roth. $n = 1,462 - 1,465$ für Roth.

Da die Existenz der von Mitscherlich dargestellten Verbindungen $[SO_4]_2MnK.12H_2O$ und $[SO_4]_3MnNH_4.12H_2O$ angezweifelt worden ist, so stellte Piccini den entsprechenden Cäsiumalaun dar und erhielt ihn in glänzenden, rothviolett gefärbten Oktaëdern. Es sind somit folgende sechs, in der vierten Reihe des periodischen Systems benachbarte Elemente fähig, Alaune zu liefern: Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co.

Ref.: P. Groth.

9. K. Busz (in Münster, Westf.): **Krystallform des δ-Amidovaleriansäure-Goldchlorids** (Homopiperidinsäure-Goldchlorid) $C_5H_{11}NO_2.HCl.AuCl_3.H_2O$ (Ber. d. d. chem. Ges. 1898, **31**, 778). Dargestellt von H. Salkowski. Monoklin.

$$a : b : c = 1,1756 : 1 : 1,0043; \quad \beta = 131^0\,36'.$$

Beob. Formen: {100}, {001}, {40$\bar{3}$}, {130}, {110}, {11$\bar{1}$}; Habitus entweder dicktafelig nach {100} und nach Axe b verlängert, oder prismatisch nach c.

Fundamentalwinkel:	(130):(100) =	69° 14′
	(130):(001)	76 23
	($\bar{1}$11):(001)	66 18
ferner beobachtet:	(110):(100)	41 14
	(100):(001)	48 38

Ebene der optischen Axen ⊥ (010), erste Mittellinie bildet mit c $91\frac{1}{2}^0$ im stumpfen Winkel β; Doppelbrechung —. $2E = 70^0$ ca., starke Dispersion, $\varrho < v$.

Ref.: P. Groth.

10. G. Cramer (in Freiburg, Schweiz): **Krystallform des Phenyl-p-Kresylbromessigsäurelacton** $C_{15}H_{11}O_2Br$ (Ebenda 2818). — Monoklin.

$$a : b : c = 1,8482 : 1 : 2,1060; \quad \beta = 94^0\,47'.$$

Beob. Formen: {100} vorherrschend, {110}, {111}, {011}, {10$\bar{2}$}. Häufig Zwillinge nach (100).

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):($\bar{1}$10) =	*57° 0′	—
(011):(01$\bar{1}$)	*50 56	—
(011):(100)	*88 11	—
(111):(1$\bar{1}$1)	$73\frac{1}{2}$ circa	73° 52′

	Beobachtet:	Berechnet:
(111):(100) =	62° 34′	62° 14′
(111):(110)	22 6	22 22
(10$\bar{2}$):(100)	63 18	64 0

Eine Hauptschwingungsrichtung bildet mit c 14½° im spitzen Winkel β.

Ref.: P. Groth.

11. H. Simonis (in Freiburg, Schweiz): **Krystallformen von Condensationsproducten der Mandelsäure mit Naphtol und Resorcin** (Ebenda 2823 f.).

Phenyl-β-oxynaphtylbromessigsäurelacton $C_{18}H_{11}O_2Br$.

Schmelzpunkt 121°. Kryst. aus Aether. Monoklin.

$$a : b : c = 1,2894 : 1 : 0,4800; \quad \beta = 91^0 30'.$$

Comb.: {111} {11$\bar{1}$} {110}, häufig mit {010}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(111):(1$\bar{1}$1) =	*48° 4′	—
(11$\bar{1}$):(1$\bar{1}\bar{1}$)	*48 48	—
(111):($\bar{1}$11)	*37 6	—
(111):(110)	58 10	58° 4′
(11$\bar{1}$):(110)	59 17	59 17
(110):($\bar{1}$10)	75 37	75 38

Auf {110} Auslöschung unter 14° nach oben vorn zu [110, 111].

Phenylresorcylessigsäurelacton $C_{14}H_{10}O_3$.

Schmelzpunkt 183°. Triklin.

$$a : b : c = 0,6007 : 1 : 0,7010.$$
$$\alpha = 75^0 42', \quad \beta = 116^0 19', \quad \gamma = 108^0 16'.$$

Beob. Formen: {010}, {110}, {1$\bar{1}$0}, {1$\bar{1}\bar{1}$}, {001}, {0kl}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0) =	*62° 1′	—
(1$\bar{1}$0):(001)	*62 53	—
(110):(001)	*75 30	—
(110):(010)	*48 58	—
(1$\bar{1}\bar{1}$):(00$\bar{1}$)	*66 26	—
(001):(010)	97 9	97° 18′
(1$\bar{1}\bar{1}$):(1$\bar{1}$0)	51 7	51 22

Isophenylresorcylessigsäurelacton $C_{14}H_{10}O_3$.

Schmelzpunkt 125°. Rhombisch.

$$a : b : c = 0,895 : 1 : 0,784.$$

Comb.: {100} {101} {010} {011}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(101):($\bar{1}$01) =	*82° 25′	—
(011):(0$\bar{1}$1)	*76 15	—
(101):(011)	53 41	53° 43′

Spaltb. (100).

Ref.: P. Groth.

12. G. Quesneville (in Paris): **Ueber die elliptische Doppelbrechung und die vierfache Brechung beim Quarz in der Nähe der Axe** (De la double réfraction elliptique et de la tétraréfringence du quartz dans le voisinage de l'axe. Paris, Gautier-Villars et fils, 1898, 360 S. mit 4 Tafeln).

Airy war der Erste, welcher (1831) eine doppelte elliptische Brechung für diejenigen Strahlen angenommen hat, welche nur wenig gegen die Hauptaxe geneigt durch eine Quarzplatte gehen. Nach dessen Annahme verwandeln sich die beiden von Fresnel für die zur Axe parallelen Strahlen angenommenen circularen Schwingungen für die zu ihr schief stehenden Strahlen in elliptische, die Axen der beiden Schwingungsellipsen stehen senkrecht zu einander, parallel bezüglich senkrecht zum betreffenden Hauptschnitte des Quarzes. Je mehr man sich von der Richtung der Hauptaxe des Quarzes entfernt, um so gestreckter werden die Ellipsen und bei einer Neigung von 23° ist es nach Jamin unmöglich, die elliptischen Strahlen von dem linear polarisirten ordentlichen und ausserordentlichen Strahle zu unterscheiden.

Mac Cullagh zeigte dann, wie die allgemeinen Gleichungen der Doppelbrechung abzuändern seien, damit sie die beiden Airy'schen Ellipsen enthalten. Die genannte Airy'sche Hypothese bildet auch für alle späteren theoretischen Untersuchungen die Grundlage.

Wenn geradlinig polarisirtes convergentes Licht zwei Quarzplatten von gleicher Dicke und entgegengesetzter Drehung durchsetzt, so sollte man nach jener Theorie Spiralen und Kreise beobachten, welche sich gegenseitig durchschneiden. Quesneville hat bereits früher (vgl. diese Zeitschr. **27**, 640, 641) hervorgehoben, dass die Kreise in der That nicht existiren; directe Beobachtungen und Photographien liessen hierüber keinen Zweifel bestehen. Nach seiner Ansicht ist es nöthig, bei den Airy'schen Formeln eine Drehung der primitiven Polarisationsebene der zur Axe ein wenig geneigten Strahlen anzunehmen. Statt deren kann man aber jede der beiden Schwingungsellipsen in zwei Ellipsen zerlegen, welche nach den Hauptschnitten des Krystalles orientirt sind, d. h. man erhält dann eine vierfache Brechung des Strahles.

In dem ersten Abschnitte (S. 1—126) der vorliegenden Untersuchung sucht Verf. nachzuweisen, dass aus den Beobachtungen Jamin's und aus den Formeln Mac Cullagh's bei richtiger Interpretation für die der Axe benachbarten Strahlen die Nothwendigkeit einer Drehung der primitiven Polarisationsebene folge, wenn das einfallende Licht geradlinig polarisirt war. In dem folgenden Abschnitte (S. 126—183) entwickelt Verf. auf der genannten Grundlage seine neue Theorie, beschreibt dann (S. 183—238) Beobachtungen zunächst bei einfallendem circularpolarisirtem Lichte (ein Fall, der von Jamin nicht untersucht wurde) und dann bei einfallendem geradlinig polarisirtem Lichte. Zum Schlusse werden die isochromatischen Curven bei convergentem Lichte untersucht.

Verf. kommt zu dem Schlusse, dass die Beobachtung mit der Airy'schen Theorie in nachstehenden Fällen in völligem Widerspruch stehe.

Erster Fall: Zwei gleiche Platten von entgegengesetztem Drehungssinn werden von geradlinig polarisirtem convergentem Lichte durchsetzt.

Man beobachtet vier Spiralen, welche ihren Ursprung an den Armen eines centralen Fleckens nehmen, und eine gleichmässige Färbung, die von der Plattendicke abhängt, vom Centrum bis zu einem gewissen Abstande von der Axe; diese Färbung liefert nach dem Verf. den Beweis, dass man für die Strahlen schief zur Axe eine Drehung der anfänglichen Polarisationsebene annehmen muss.

Nach der Theorie von Airy sollte man vier Spiralen beobachten, die sich bis zur Axe fortsetzen und von vier Kreisen durchzogen sind, aber keine centrale Stelle, deren Farbe von der Dicke der Platte abhängt, wie beim parallelen Lichte.

Zweiter Fall: Eine Platte wird von geradlinig polarisirtem convergentem Lichte durchsetzt.

Nach der Airy'schen Theorie sollte man einen centralen Flecken beobachten, dessen Arme durchaus geradlinig bleiben. Aber wenn die Plattendicke zunimmt, wird der Flecken zuletzt kreisförmig, woraus auf eine Ungenauigkeit der Airy'schen Theorie zu schliessen ist.

Die Beobachtungen bestätigen dagegen die Airy'sche Theorie bezüglich der Zahl der Strahlen und die Orientirung der Schwingungsellipsen beim Austritt aus einem Quarzprisma, wenn das einfallende Licht circularpolarisirt ist, während diese Erscheinungen in völligem Widerspruch mit der Airy'schen Theorie stehen, wenn das einfallende Licht geradlinig polarisirt ist.

Die mathematischen Theorien können mit den Resultaten in Einklang gebracht werden, wenn die Coordinatenaxen nach der Polarisationsebene orientirt werden.

Statt die Orientirung der Schwingungsellipse variabel zu lassen, nahm Airy an, dass sie nach dem jedesmaligen Hauptschnitte orientirt sei. Er nahm ferner für alle Einfallswinkel eine Wegdifferenz an, die zu derjenigen hinzugefügt wurde, welche die Krystalle ohne das Rotationsvermögen besitzen würden, die mit zunehmender Schiefe abnehme. Wenn diese beiden, nach dem Verf. unberechtigten Annahmen aus der Airy'schen Theorie beseitigt würden, so gelangt man nach ihm zu einer Theorie, welche die Erscheinungen bis ins Detail erklärt, und zu dem Schlusse, dass in der Nachbarschaft der Axe des Quarzes eine vierfache Brechung stattfindet, wenn das einfallende Licht geradlinig polarisirt ist, eine Doppelbrechung bei einfallendem circularpolarisirtem Lichte.

Eine active Flüssigkeit dagegen bleibt einfachbrechend, wenn das einfallende Licht circularpolarisirt ist, sie wird doppeltbrechend für geradlinig polarisirtes einfallendes Licht.

Ref.: J. Beckenkamp.

13. G. C. Schmidt (in Erlangen): **Ueber das lichtelektrische Verhalten des Flusspathes und des Selens** (Wiedem. Ann. d. Phys. 1897, **62**, 407—419).

Die Metalle, welche sich am stärksten positiv laden, zerstreuen unter dem Einflusse des Kathodenlichtes die negative Ladung am schnellsten. Manche Stellen des Flussspathes werden am Lichte negativ elektrisch, und man kann nach Vorigem entweder annehmen, dass unter dem Einflusse des Lichtes positive Ladungen dieser Stellen zerstreut werden, oder dass die lichtelektrische Ladung eine secundäre Erscheinung sei, indem in der Nachbarschaft die negative Ladung zerstreut werde.

Verf. untersuchte vier grün gefärbte Flussspathwürfel von Weardale (England); die weissen Krystalle von Stolberg zeigten sich lichtelektrisch unempfindlich. Die einzelnen Stellen der Krystallflächen wurden ungefähr 3 Minuten den Strahlen des Drummond'schen Kalklichtes ausgesetzt und dann nach einem dem Hankel'schen ähnlichen Verfahren auf ihre elektrischen Ladungen geprüft. Im Allgemeinen fand Verf., wie auch schon Hankel beobachtet, die Krystallflächen des Flussspathes in ihren mittleren Theilen negativ, dagegen in den Ecken und zum Theil selbst in der Mitte der Ränder positiv. Wird die Oberfläche von

Bruchflächen, welche lange dem Lichte ausgesetzt waren, durch Kratzen entfernt, so ladet sich die betreffende Stelle stets sehr stark positiv.

Die Bestimmung des Zerstreuungsvermögens durch Licht ergab, dass an denjenigen Stellen des Flussspathes, an denen am Licht die stärkste positive Ladung auftritt, die grösste Zerstreuung der negativen Elektricität beim Bestrahlen mit Licht stattfindet. Aber auch selbst an den Stellen, welche sich am Lichte negativ laden, wird die negative Elektricität zerstreut. Die zerstreuende Wirkung des Lichtes auf positive Ladungen des Flussspaths ist jedenfalls so klein, dass sie mit Sicherheit nicht nachgewiesen werden kann. Selen besitzt eine grössere Verwandtschaft zur negativen Elektricität als zur positiven. Aber auch hier ist nur eine Zerstreuung der negativen Elektricität nachweisbar.

Ref.: J. Beckenkamp.

14. H. Ambronn (damals in Leipzig): **Ueber Anomalieen bei der accidentellen Doppelbrechung** (Berichte der math.-phys. Klasse der k. sächs. Ges. d. Wiss. zu Leipzig, 6. Juni 1898, 31 S.).

Von Brewster (1815) rührt folgender Versuch her: »Schmilzt man Wachs und Harz z. B. Colophonium zusammen, so entsteht daraus eine depolarisirende Masse, indem in dem isotropen Harze zahlreiche regellos vertheilte doppeltbrechende Krystalle, die dem Wachse angehören, vorhanden sind. Breitet man von dieser Masse zwischen zwei Glasplatten eine Schicht in noch warmem Zustande aus und drückt nun die beiden Platten gegeneinander, so zeigt die Schicht das optische Verhalten einer Platte, die senkrecht zur Axe eines positiven einaxigen Krystalles geschnitten ist. Führt man den Versuch mit Harz allein aus, so tritt keine Doppelbrechung ein.

Biot (1816) machte die Annahme, dass solche, im spannungslosen Zustande optisch isotrope Körper aus antagonistisch wirkenden und deshalb sich gegenseitig neutralisirenden Theilchen aufgebaut seien, deren Lagerung beim Eintreten ungleichmässiger Spannungen so weit gestört werde, dass jene Compensation nicht mehr vollständig bestehe. Die daraus resultirende Ungleichwerthigkeit nach verschiedenen Richtungen in den deformirten Körpern sei dann die Ursache der Doppelbrechung, die regellose Lagerung sei dagegen die Ursache der Isotropie.

Mach bemerkte zuerst, dass der Sinn der accidentellen Doppelbrechung nicht stets derselbe sei, wie beim Glase, d. h. dass die Axe der stärksten Compression nicht immer parallel zu der der grössten optischen Elasticität, sondern zuweilen auch senkrecht zu ihr liege. Er beobachtete dies bei einer bis zur Zähflüssigkeit eingedampften Phosphorsäure. Dieselbe Erscheinung wurde später auch bei einigen Gummiarten beobachtet, wenn sie mehr oder weniger aufgequollen sind; im ausgetrockneten Zustande verhalten diese sich normal. Lamellen aus Guttapercha, die aus einer Lösung in Chloroform hergestellt waren, fand Zimmermann 1891 bei schwacher Dehnung anomal reagirend, bei stärkerer Dehnung normal.

Von krystallinischen Körpern sind Sylvin und Flussspath zu erwähnen. Sylvin wird durch Druck senkrecht zur Würfelfläche positiv einaxig, senkrecht zur Oktaëderfläche negativ einaxig, senkrecht zur Dodekaëderfläche zweiaxig, und die Ebene der optischen Axe liegt parallel zur Druckrichtung. Flussspath wird bei Druck senkrecht zur Würfelfläche negativ, senkrecht zur Oktaëderfläche positiv einaxig; senkrecht zur Dodekaëderfläche zweiaxig und die Axenebene liegt senkrecht zur Druckrichtung (Pockels, vgl. diese Zeitschr. 1889, **19**, 504).

Ausser Sylvin und Flussspath ist nur noch Bleinitrat nach Brauns (1891) anomal, aber bisher nicht näher studirt.

Rein mathematisch drückt sich diese Erscheinung dadurch aus, dass die Werthe der Constanten, welche den Zusammenhang zwischen der optischen Elasticitätsfläche mit den mechanischen Verhältnissen ausdrücken, bei diesen wenigen, mit anomaler accidenteller Doppelbrechung behafteten Körpern wesentlich anders geartet sind, als bei den meisten übrigen Körpern. Eine Vorstellung über den molekularen Bau, welcher die Anomalie zur Folge hat, erhält man durch jene mathematische Darstellung der Erscheinung natürlich nicht.

Verf. fand bei Wiederholung des Versuchs mit Phosphorsäure, dass in der ganz dick eingekochten Phosphorsäure sehr zahlreiche, äusserst kleine, stark doppeltbrechende Kryställchen sich beim Abkühlen bildeten. Bei Einwirkung eines Druckes auf eine derartige Masse müssen nach Annahme des Verf. die kleinen Kryställchen sich annähernd parallel orientiren. Die Grundsubstanz kann hierbei auch doppeltbrechend werden, und diese Doppelbrechung muss sich zu der ersteren entweder addiren oder subtrahiren.

Auch in den Guttaperchalamellen erkennt man bei starker Vergrösserung im ungespannten Zustande zahlreiche kreisrunde Sphärokrystalle mit negativer Doppelbrechung in Bezug auf die Längsrichtung der einzelnen Nadeln. Schon bei schwacher Dehnung werden die eingelagerten Krystalldrusen deformirt, d. h. senkrecht zur Zugrichtung etwas zusammengedrückt. Es überwiegen jetzt in optischer Hinsicht diejenigen Nadeln, die der Längsrichtung mehr parallel sind. Der Gesammteindruck ist der der accidentellen Doppelbrechung; bei stärkerer Dehnung erreicht die Deformation der Sphärokrystalle bald eine Grenze und es überwiegt dann die Doppelbrechung der vorher isotropen Grundmasse und zwar im normalen Sinne wie bei Glas.

Wird die feste Guttapercha in warmes Wasser von etwa 45° C. gelegt, so verhält sie sich nunmehr auch bei schwacher Dehnung in normaler Weise, d. h. wie gedehntes Glas. Auch eine Mischung aus Canadabalsam und Guttapercha eignet sich gut zum Studium dieser Erscheinung. Der Versuch Brewster's mit einer Mischung von Harz und Wachs muss hiernach in ähnlicher Weise erklärt werden.

Zur Veranschaulichung der anomalen accidentellen Doppelbrechung beim Flussspath und Sylvin denkt sich Verf. die betreffenden Krystalle aus anisotropen Molekülen bestehend, deren optische Anisotropie im normalen Zustande durch die gegenseitige Lage derselben vollständig compensirt wird, bei einseitigem Drucke aber nicht mehr. Der Charakter der eintretenden Anisotropie hängt dann von den Eigenschaften der einzelnen Moleküle, von ihrer Gruppirung und schliesslich von der Art der Deformation ab.

Von Interesse ist ferner der Versuch der Krümmung eines vollständig ausgetrockneten Gelatinestabes. Hierbei erfahren die Moleküle auf der convexen Seite eine dauernde Dilatation, auf der concaven eine dauernde Compression, wenn die Elasticitätsgrenze überschritten wurde, während der mittlere Streifen keine solche dauernde Störung erlitten hat. Dieser verhält sich vielmehr wie ein innerhalb der Elasticitätsgrenze gebogener Stab. Der Stab erscheint daher parallel seiner Längsrichtung durch drei neutrale Streifen in vier Partien getheilt. Diejenigen Partien, welche eine bleibende Deformation erfahren haben, zeigen ein optisches Verhalten, welches demjenigen entgegengesetzt ist, welches sie zeigen würden, wenn sie innerhalb der Elasticitätsgrenze dieselbe Krümmung erfahren hätten. Durchschneidet man längs der neutralen Zonen den Stab, so ver-

schwindet die Doppelbrechung fast vollständig. Mit Glasstäben lässt sich dieser Versuch nicht anstellen, weil sie zerspringen, sobald sie über die Elasticitätsgrenze hinaus deformirt werden.

Bezüglich der dauernden optischen Anomalien bei Krystallen bemerkt Verf.: »Mallard hat mehrfach mit Recht hervorgehoben, dass in derartigen Gruppirungen durch geringe Störungen beträchtliche Anisotropie hervorgerufen werden kann.« »Allerdings sind die Mallard'schen Hypothesen von verschiedenen Seiten energisch bekämpft worden, und man hat immer wieder die Behauptung aufgestellt, dass die optischen Anomalien auf Spannungen zurückzuführen seien. Dabei weiss man aber durchaus nicht, wie man sich solche Spannungen denken soll, denn mit den Erscheinungen in schlecht gekühlten Gläsern haben jene Anomalien, wie auch C. Klein zugiebt, nicht das Geringste zu thun. Die Versuche von Brauns über die Doppelbrechung von stark erhitzten und dann in Oel abgekühlten Krystallen haben nach den Mallard'schen Ansichten gar nichts Ueberraschendes; und von einem Widerspruche kann nicht die Rede sein, denn dass bei einem solchen starken Eingriffe in die Structur der Krytalle — sie wurden in einigen Fällen bis zum beginnenden Schmelzen erhitzt — Störungen in den vorher isotropen Gruppirungen auftreten können, ist wohl ohne weiteres verständlich.«

Bezüglich der Bedenken des Referenten gegen die Mallard'sche Hypothese möge auf die Bemerkungen in dieser Zeitschr. **32**, 46 u. f. hingewiesen werden.

Ref.: J. Beckenkamp.

15. G. Horn (in Göttingen): **Beiträge zur Kenntniss der Dispersion des Lichtes in absorbirenden Krystallen** (Inauguraldissertation; auch: N. Jahrb. f. Mineral. etc. 1898, Beilage-Bd. **12**, 269—342).

Fällt eine geradlinig polarisirte Welle einfarbigen Lichtes auf eine ebene Grenzfläche eines einfach brechenden absorbirenden Körpers, so ist die reflectirte Welle im Allgemeinen elliptisch polarisirt. Die Schwingungsellipse wird bestimmt 1) von der Richtung der Polarisationsebene der einfallenden Welle, 2) dem Brechungsindex und 3) dem Absorptionsindex, welche der betreffende Körper für senkrechten Einfall besitzt.

Seien M_1 die grosse, M_2 die kleine Halbaxe der Ellipse, und setzen wir $\frac{M_2}{M_1} = \operatorname{tg} J$; seien ferner m_1 und m_2 die Amplituden der beiden senkrechten Componenten jener Ellipse in Bezug auf zwei zu einander senkrecht stehende, sonst beliebige Coordinaten Y_1 und Y_2; sei ξ der Winkel zwischen m_1 und M_1, $2\pi\frac{\Gamma}{\lambda}$ die Phasendifferenz der Y_2-Componente gegen die Y_1-Componente der elliptischen Schwingung, so ist $\operatorname{tg} 2\pi\frac{\Gamma}{\lambda} = \pm\frac{\operatorname{tg} 2J}{\sin 2\xi}$, und setzen wir $\frac{m_2}{m_1} = \operatorname{tg}\eta$, so ist $\cos 2\eta = \cos 2\xi \cos 2J$.

Die Bewegung auf den Axen Y_1 und Y_2 wird dargestellt durch

$$y_1 = m_1 \sin 2\pi\frac{t}{T},\quad y_2 = \pm m_2 \sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{\Gamma}{\lambda}\right).$$

Das obere Vorzeichen gilt für eine Linksellipse, das untere für eine Rechtsellipse.

Die Phasendifferenz $2\pi\frac{\Gamma}{\lambda}$ kann compensirt werden mit Hülfe einer um

ihre Normale drehbaren Glimmerplatte, und die dann austretende linear polarisirte Welle kann mit Hülfe eines Analysators ausgelöscht werden. Seien m_0 und n_0 die Ablesungen am Glimmertheilkreise und am Analysatortheilkreise, wenn die Polarisationsebene H_2 der langsameren Welle im Glimmer und die Polarisationsebene A des Analysators parallel zur Einfallsebene liegen. Es giebt stets zwei compensirende Lagen des Glimmers; seien m_1 und n_1 die entsprechenden Ablesungen für die erste Lage, m_2 und n_2 für die zweite Lage. Es ist dann der Winkel der grossen Axe der Ellipse gegen die Einfallsebene

$\Theta = \frac{(m_1 - m_0) + (m_2 - m_0)}{2} \pm \frac{\pi}{4}$, das Vorzeichen ist so zu wählen, dass Θ zwischen $\frac{\pi}{2}$ und $-\frac{\pi}{2}$ liegt.

Das Axenverhältniss $\operatorname{tg} J$ der Ellipse ist bestimmt durch

$$\cos 2J = \frac{\sin[(n_2 - n_1) - (m_2 - m_1)]}{\sin[m_2 - m_1]}.$$

Der Gangunterschied Γ berechnet sich aus:

$$\operatorname{tg} 2\pi \frac{\Gamma}{\lambda} = \pm \frac{\operatorname{tg} 2J}{\cos(m_2 - m_1)}.$$

Die relative Phasendifferenz der parallel und senkrecht zur Einfallsebene genommenen Componenten der elliptischen Schwingung ist bestimmt durch $\operatorname{tg} \delta = \pm \frac{\operatorname{tg} 2J}{\sin 2\Theta}$, $\delta = 2\pi \frac{\Gamma}{\lambda}$; das obere Zeichen gilt für eine Linksellipse, das untere für eine Rechtsellipse. Das relative Amplitudenverhältniss derselben Componenten ist bestimmt durch:

$$\cos 2\eta = \cos 2\Theta \cos 2J.$$

Beim Haupteinfallswinkel liegt die grosse Axe der Ellipse in der Einfallsebene. Das Azimuth der Polarisationsebene der einfallenden Welle gegen die Einfallsebene sei 45°. Nach Drude folgen dann aus der relativen Phasendifferenz und dem relativen Amplitudenverhältnisse der Brechungsindex n und der Absorptionsindex $\varkappa$ für senkrechten Einfall in erster Annäherung aus den Gleichungen:

$$n_1 = S \cos Q, \quad \varkappa_1 = \operatorname{tg} Q,$$

$$\operatorname{tg} Q = \sin 2\pi \frac{\Gamma}{\lambda} \operatorname{tg} 2\eta,$$

$$S = \operatorname{tg} \tfrac{1}{2} P \sin \varphi \operatorname{tg} \varphi,$$

$$\cos P = \cos 2\pi \frac{\Gamma}{\lambda} \sin 2\eta,$$

φ bedeutet den Einfallswinkel. Genauer ist:

$$n_2 = S \cos Q \left(1 + \frac{1}{2} \frac{\sin^2 \varphi}{S^2}\right),$$

$$\varkappa_2 = \operatorname{tg} Q \left(1 - \frac{\sin^2 \varphi}{S^2}\right).$$

Die wahren Werthe n und $\varkappa$ liegen zwischen n_1 und n_2, bezüglich $\varkappa_1$ und $\varkappa_2$. Ist N die Anzahl der Einfallswinkel, bei welchen beobachtet wurde, so ist:

$$n = n_1 + (n_2 - n_1)\frac{\Sigma \sin^2 \varphi}{N}, \quad \varkappa = \varkappa_1 + (\varkappa_2 - \varkappa_1)\frac{\Sigma \sin^2 \varphi}{N}.$$

Ist φ der Haupteinfallswinkel, so findet man zunächst zwei Näherungswerthe $\overline{\varphi}_1$ und $\overline{\varphi}_2$ nach

$$\cos \overline{\varphi}_1 = \frac{1}{n\sqrt{1+\varkappa^2}}, \quad \cos \overline{\varphi}_2 = \cos \overline{\varphi}_1 \left(1 - \frac{1+3\varkappa^2}{(1+\varkappa^2)^2}\frac{1}{n^2}\right),$$

$$\overline{\varphi} = \overline{\varphi}_1 + (\overline{\varphi}_2 - \overline{\varphi}_1)\frac{\Sigma \sin^2 \varphi}{N}.$$

Verf. benutzt diese Formeln zur Berechnung von $n, \varkappa, \overline{\varphi}$ aus Beobachtungen am Bleiglanz, Wismuth und Antimon.

Für schwach absorbirende Körper werden folgende Formeln aufgestellt: Es sei wieder das Azimuth der einfallenden Welle gegen die Einfallsebene 45°. Es sei $\operatorname{tg}\eta$ das relative Amplitudenverhältniss, φ der Einfallswinkel, φ' der Brechungswinkel; dann ist

$$n = \frac{\sin \varphi}{\sin \varphi'}, \quad \operatorname{tg}\varphi' = \frac{1}{\operatorname{tg}\varphi}\frac{1-v}{1+v}, \quad v = -\operatorname{tg}\eta,$$

$$\varkappa = \frac{1}{a}\left(\sqrt{a^2+1} - 1\right), \quad a = \frac{2\operatorname{tg}\delta}{\sin 2\varphi \operatorname{tg}\varphi'}\cos(\varphi+\varphi')\cos(\varphi-\varphi').$$

Der Haupteinfallswinkel $\overline{\varphi}$ kann nach dem Brewster'schen Gesetze $\operatorname{tg}\varphi = n$ aus den Werthen von n ermittelt werden.

Die Beobachtungen geschahen mit einem von R. Fuess nach den Angaben von Th. Liebisch construirten Spektrometer unter Verwendung von Sonnenlicht.

Es wurden untersucht:

1) Zinkblende. Für die hellgelbe Zinkblende von Santander wurden nach obiger Methode für die Linien C bis G des Sonnenspektrums folgende Grössen ermittelt:

	C	D	E	F	G
n	2,397	2,421	2,439	2,472	2,528
	±0,012	±0,016	±0,010	±0,014	±0,006
$\varkappa$	0,0221	0,0194	0,0284	0,0265	0,0313
	±0,0008	±0,0021	±0,0007	±0,0016	±0,0018
$\overline{\varphi}$	67° 21′	67° 33′	67° 42′	67° 58′	68° 25′

Nach der gewöhnlichen Prismenmethode mit Hülfe des Minimums der Ablenkung wurde n an einem Prisma von demselben Stücke ermittelt und gefunden:

	C	D	E	F
$n =$	2,34391	2,36756	2,40067	2,43128.

Verf. schliesst aus der Differenz zwischen den beiden Beobachtungsreihen, dass die von Voigt aufgestellten Formeln sich für so schwach absorbirende Medien, wie die gelbe Zinkblende, noch nicht eignen.

Für braune Zinkblende von Siebenbürgen fand Verf.:

	C	D	E	F	G
n	2,355 ±0,003	2,375 ±0,001	2,415 ±0,001	2,454 ±0,005	2,532 ±0,003
$\varkappa$	0,0170	0,0202	0,0213	0,0219	0,0245
$\bar{\varphi}$	66° 59′	67° 10′	67° 31′	67° 49′	68° 30′

Die Differenzen der Werthe n verglichen mit Bestimmungen an demselben Material nach der Prismenmethode betrugen für φ 0,008, für D 0,003, für E 0,014; sie können als gering angesehen werden.

Für schwarze Zinkblende von St. Christoph bei Breitenbrunn in Sachsen wurde ermittelt:

	C	D	E	F	G
n	2,434 ±0,010	2,437 ±0,006	2,464 ±0,005	2,471 ±0,007	2,559 ±0,031
$\varkappa$	0,0429	0,0526	0,0571	0,0623	0,0942
φ	67° 40′	67° 41′	67° 55′	67° 58′	68° 39′

Magnesiumplatincyanür gab:

	C	D	E	F	G
n	1,363 ±0,003	1,294 ±0,0002	1,141 ±0,007	0,974 ±0,031	0,902 ±0,036
$\varkappa$	0,00929	0,00938	0,0438	0,0742	0,249
$\bar{\varphi}$	53° 44′	52° 18′	48° 46′	44° 15′	42° 5′

Bleiglanz von Freiberg in Sachsen (benutzt wurde die Spaltfläche nach (100), die Berechnung geschah nach den von Drude angegebenen Formeln):

	C	D	E	F	G
n	4,015	3,912	3,886	3,796	3,383
$\varkappa$	0,482	0,509	0,563	0,647	0,913
φ	77° 26′	77° 28′	77° 28′	77° 40′	77° 53′

Wismuth (benutzt wurde die Spaltfläche nach (0001)):

	C	D	E	F	G
ω	1,841	1,670	1,563	1,466	1,385
$\varkappa$	2,493	2,492	2,459	2,418	2,640
$\bar{\varphi}$	78° 54′	78° 1′	77° 2′	76° 7′	76° 22′

Antimon (benutzt wurde ebenso die Spaltfläche nach (0001):

	C	D	E	F	G
ω	2,965	2,571	1,962	1,578	1,246
$\varkappa$	1,875	2,090	2,534	2,921	3,260
$\bar{\varphi}$	81° 6′	80° 38′	79° 38′	78° 41′	77° 12′

Die Oberfläche des Antimons bedeckt sich bald nach der Spaltung mit einer Oberflächenschicht, welche die vorigen Werthe sehr rasch verändert.

Ref.: J. Beckenkamp.

16. **E. A. Wülfing** (damals in Tübingen): **Die Theorie der Beobachtung im convergenten Lichte und Vorschläge zur Verbesserung der Axenwinkelapparate** (N. Jahrb. für Miner. etc. 1898, Beilage-Bd. **12**, 405—446).

Die Axenwinkelapparate waren bisher mehr als Demonstrationsapparate wie als Messapparate construirt, und das Hauptgewicht wurde auf ein möglichst grosses Gesichtsfeld gelegt. Daher kommen Fernrohre mit grosser Apertur (bis 130° in Luft) und entsprechend starker Verkleinerung (zwischen 5- und 10facher) zur Verwendung. Hierbei lassen sich die Lemniscaten höchstens bis auf den 10ten Theil eines Grades genau einstellen. Die Ablesungsgenauigkeit der Theilkreise bis auf Bogenminuten erscheint daher überflüssig.

Reusch hat (1858) den Strahlengang im convergenten Lichte von der hinteren Brennebene des Beleuchtungssystems an bis zur vorderen Brennebene des Fernrohrobjectives beschrieben. Verf. verfolgt denselben einerseits von der Lichtquelle an, andererseits bis zur Pupille des beobachtenden Auges.

Soll ein Spectralapparat das Licht liefern, so muss der Austrittsspalt des Spectralapparates in einer solchen Entfernung vom Collimator sich befinden, dass das austretende, monochromatische, divergente Strahlenbüschel die ganze wirksame Breite der Collimatorlinse bedeckt, und ferner ist ausserhalb des Polarisators eine Beleuchtungslinse anzubringen, in deren äusserem Brennpunkte der Spalt sich befindet.

Bei nicht aplanatischen Systemen sieht das Auge entweder die randlichen Theile, während die inneren verdunkelt bleiben, oder es überblickt bei einer anderen Stellung nur den mittleren Theil des Gesichtsfeldes, und dessen Ränder sind nicht beleuchtet.

Bei dem Groth-Nörrenberg'schen Instrumente dienen die beiden Linsen e und e_1 zu beiden Seiten des Polarisators nicht nur, wie man gewöhnlich annimmt, dazu, das kleine polarisirende Prisma anwenden zu dürfen, sondern sie erlauben auch eine kleinere Lichtquelle zu gebrauchen. So z. B. hat eine Flamme von 34 mm Ausdehnung in 100 mm Entfernung von der Spaltebene des Axenwinkelapparates bei Anwendung der Linsen e und e_1 denselben Effect, wie eine Flamme von 50 mm Ausdehnung im gleichen Abstande ohne jene Linsen. Bei Beleuchtung mit Spectrallicht müssen diese Linsen entweder entfernt werden, oder bei Beibehaltung derselben muss eine matte Glasscheibe zwischengeschaltet werden. Mit Abnahme der Apertur schwindet der Vortheil dieser beiden Linsen, und bei eigentlichen Messapparaten, bei denen ein Gesichtsfeld von 30°—40° genügt, sind sie ohne Bedeutung und häufig störend. Wenn es sich um grosse Apertur handelt, geschieht die Beobachtung bequemer, wenn man Selbstleuchter anwendet, bei Verwendung von Spectrallicht daher die matte Glasscheibe, welche aber immer eine Schwächung des Lichtes zu Folge hat. Innerhalb 30°—40° sollen die Linsen aplanatisch sein, dann kann man innerhalb dieser Apertur Beobachtungen mit Spectrallicht ohne Anwendung der Glasscheibe vornehmen.

Dove stellte schon 1853 eine Reihe von Forderungen auf, welche ein Polarisationsapparat erfüllten sollte, darunter auch die, dass die Ringsysteme stark und schwach doppeltbrechender Krystalle gleich gut mit dem gleichen Apparate beobachtet werden können. Verf. stellt an einen Axenwinkelapparat folgende Anforderungen:

1) Veränderliche Vergrösserung des Beobachtungsrohres.
2) Einstellung der Plattennormale durch Autocollimation.
3) Justirung des Fernrohres auf die Axe des Limbus.

4) Möglichst grosser Abstand von Fernrohrobjectiv und Collimatorlinse.

5) Möglichst grosse Apertur.

6) Achromatische und aplanatische Linsen.

7) Beleuchtung mit einem Selbstleuchter, sowie auch mit monochromatischem Spectrallichte, welches nicht durch eine matte Glastafel in eine Art von Selbstleuchter umgewandelt ist.

8) Forderungen, welche das Stativ betreffen.

Die erste Forderung glaubt Verf. am besten durch Einschaltung einer verschiebbaren Hülfslinse zwischen Fadenkreuz und eigentlichem Ocular befriedigt, welche nach Art der Bertrand'schen Linsen im Mikroskop von dem primären, in der Fadenkreuzebene liegenden Interferenzbilde ein secundäres entwirft, welches nun durch ein Ocular beobachtet wird. Durch eine 10 cm grosse Verschiebung kann eine 16fache Veränderung in den Grössenverhältnissen von primärem und secundärem Bilde erreicht werden.

Zur Einstellung der Plattennormalen nach der Gauss'schen Methode der Autocollimation bringt Verf. das unter 45⁰ gegen die Fernrohraxe geneigte Spiegelglas gleich hinter das Fadenkreuz, damit Hülfslinse und Ocularlinse von den betreffenden Strahlen nur einmal durchlaufen werden. Bei der Beobachtung der Axenbilder wird die Glasplatte zurückgeschoben.

Die Forderungen 4) und 5) widersprechen sich eigentlich, man darf also nicht die eine auf Kosten der anderen übertreiben. Verf. hält Linsen von 18—20 mm Brennweite und 12—13 mm freier Oeffnung für die geeignetsten. Es dürfen Objective von verhältnissmässig geringer Qualität benutzt werden, da die Objecte (Lemniscaten und Hyperbelzweige) doch stets verwaschen erscheinen. Als eigentliches Augenglas zur Betrachtung des secundären Bildes schlägt Verf. ein Ramsden'sches Ocular vor aus zwei planconvexen Linsen von je 50 mm Brennweite in einem gegenseitigen Abstande von etwa 26 mm und möglichst grossen Durchmessern.

Der Limbus braucht keine genauere Theilung als auf ganze Bogenminuten mit der Möglichkeit der Schätzung auf halbe Minuten. Die Centrir- und Justirvorrichtung des Krystalles sollte möglichst frei zugänglich sein, die Ständer der Grundplatte so lang, dass die Axe des Fernrohrs etwa 25 cm über der Tischplatte liegt.

Ref.: J. Beckenkamp.

17. J. Königsberger (in Freiburg in Baden): **Magnetische Susceptibilität von Flüssigkeiten und festen Körpern** (Wiedem. Ann. d. Phys. 1898, **66**, 698—734).

Verf. misst die Differenz der ponderomotorischen Wirkungen eines magnetischen Feldes auf ein Medium bekannter Susceptibilität und auf einen festen Körper. Die zu untersuchende Platte wurde an einen Coconfaden bifilar aufgehängt und in ein mit Flüssigkeit gefülltes Glasgefäss eingetaucht, welches sich zwischen den Polen eines Elektromagneten befand. Derselbe feste Körper wurde in dieser Weise nach einander in zwei Lösungen gehängt, in deren einer er sich paramagnetisch, in der anderen sich diamagnetisch verhielt. Die Aenderung der Magnetisirungsconstanten $\varkappa$ mit der Feldstärke H konnte auf folgende Weise erkannt werden: Für eine mittlere Feldstärke wird diejenige Lösung hergestellt, in welcher der Körper keine Drehung erfährt; ist $\varkappa$ veränderlich mit H, so wird bei grösserer Feldstärke ein Ausschlag nach der einen, bei geringerer einer nach der anderen Seite erfolgen.

Für Krystallplatten kann man im Allgemeinen den Werth von $\varkappa$ nach dieser Methode nicht bestimmen, jedoch erlauben Platten einaxiger Krystalle, deren Hauptaxe in die Aufhängungsrichtung gebracht wird, den Werth von $\varkappa$ für die Richtung senkrecht zur Hauptaxe zu messen.

Verf. bestimmt für ganz reinen Quarz $\varkappa = -1,20 \cdot 10^{-6}$ bei 20^0. Der Temperaturcoëfficient von $\varkappa$ ist zwischen 5^0 und 20^0 etwas kleiner als 0,0014.

Rauchquarz hat denselben Werth $\varkappa$. $\frac{1}{5000}$ Procent Eisenoxyd müsste sich bemerklich machen.

Amethyst war etwas weniger diamagnetisch.

Calcit von Island $\varkappa = -1,00 \cdot 10^{-6}$.

Apatit (Zillerthal) $\varkappa = -1,23 \cdot 10^{-6}$.

Gyps (parallel (010)) $\varkappa = -0,86 \cdot 10^{-6}$.

Topas (Villarica) $\varkappa = -0,43 \cdot 10^{-6}$.

Fluorit (roth, Göscheneralp) $\varkappa = -1,30 \cdot 10^{-6}$.

Beryll (gelb, Ural) $\varkappa = +3,9 \cdot 10^{-6}$.

Sphen (Sedrun) $\varkappa = +5,70 \cdot 10^{-6}$.

Turmalin (roth) $\varkappa = +1,40 \cdot 10^{-6}$.

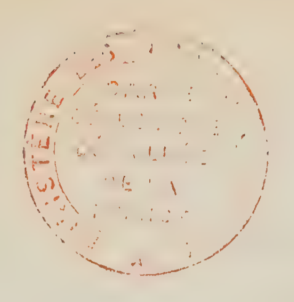
Die Susceptibilität $\varkappa$ fester diamagnetischer Körper wurde innerhalb der Fehlergrenzen von der Feldstärke unabhängig, die vieler (auch eisenfreier) paramagnetischer Körper hiervon abhängig gefunden.

Ref.: J. Beckenkamp.

18. C. Leiss (in Steglitz): **Ueber ein neues, aus Kalkspath und Glas zusammengesetztes Nicol'sches Prisma** (Sitzungsber. d. k. preuss. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1897, **40**, 901—904).

Um dem gegenwärtigen Mangel an Kalkspath, der zu optischen Präparaten brauchbar war, theilweise zu begegnen, schlägt Verf. ein Prisma vor, welches nur die Hälfte des Materials der bisherigen Construction nöthig macht. Die zweite Hälfte des Nicol'schen Prismas hat die Aufgabe, die erstere Hälfte zu einer planparallelen Combination zu ergänzen, damit keine Ablenkung und keine Dispersion des austretenden ausserordentlichen Strahles stattfinde. Verf. ersetzt diese zweite Hälfte durch eine Glassorte von annähernd gleichem Brechungsexponenten und gleicher Dispersion. Da die Uebereinstimmung keine absolut vollkommene ist, so bleibt eine minimale Ablenkung übrig. Zu Analysatoren sind deshalb die neuen Prismen weniger geeignet als zu Polarisatoren.

Ref.: J. Beckenkamp.



VII. Beiträge zur Kenntniss des Monazit.

Von

H. L. Bowman in Oxford.

(Hierzu Taf. III, Fig. 1—7.)

Vor etwa $1\frac{1}{2}$ Jahren hatte ich im mineralogischen Institute in München Gelegenheit, einige Stufen von Monazit von bisher unbeschriebenen Localitäten zu untersuchen und die optischen Eigenschaften der Krystalle von einigen weiteren Fundorten, welche nur krystallographisch beschrieben worden sind, zu bestimmen. Ausser den in den Sammlungen des genannten Instituts befindlichen, zum Theil damals noch nicht beschriebenen Vorkommnissen, besonders alpinen, stand mir durch die Gefälligkeit des Herrn G. Seligmann in Coblenz eine Anzahl seiner schönen Stufen für die Untersuchung zur Verfügung. Später sammelte ich mit Herrn Prof. Miers noch Krystalle eines weiteren Vorkommens in Cornwall, welche ebenfalls im Folgenden beschrieben werden sollen.

Das von mir untersuchte Material von den verschiedenen Fundorten ist in Bezug auf seine optische Orientirung nicht sehr verschieden, und in allen Fällen wird Folgendes gelten:

Ebene der optischen Axen senkrecht zu b (010);
Spitze Bisectrix in der Symmetrieebene, im stumpfen Winkel β;
Doppelbrechung positiv.

Der optische Axenwinkel schwankt etwas, indem er bei den amerikanischen Varietäten etwas grösser ist als bei den alpinen.

Bis jetzt sind die optischen Eigenschaften des Monazit in nur wenigen Fällen untersucht worden, und zwar von Des Cloizeaux, Scharizer, Vrba, Rosenbusch, Wülfing, Trechmann, endlich von Ramsay und Zilliacus. Die von diesen Forschern erhaltenen Resultate sind auf folg. S. in einer Tabelle zufammengefasst zum Vergleiche mit denen, die ich jetzt mitzutheilen habe.

	$\overset{\prime}{c}:\gamma$	$2E$	Disp.	α	β	γ	Beobachter
Norwich, Conn.	3° 46′	29° 4′ roth 28 48 violett	$\varrho > v$	—	—	—	Dx. N. R. 1868, 660 N. R. 1867, 150
Sanarka-Fluss	—	31 8½ roth 31 43½ violett	$\varrho < v$	—	—	—	Dx., Bull. Soc. Min. 1881, **4**, 57. Ref. diese Ztschr. **6**, 299
Schüttenhofen	5 54	25 22 roth 24 56 *Na*	$\varrho > v$	1,9285 [1]	1,9465 [1]	—	Scharizer, diese Ztschr. 1887, **12**, 265
Pisek	—	29 7 roth (*Sr*) 28 25 *Na*	$\varrho > v$	—	—	—	Vrba, diese Ztschr. 1889, **15**, 203
Arendal	—	24	—	1,7957	1,7965	1,8414	Wülfing [2]
„	—	—	—	—	1,7999	1,8446	Rosenbusch [2]
Tavetsch	1 4	34 12 roth 34 48 grün	$\varrho < v$	—	—	—	Trechmann, N. Jahrb. 1876, 593
Impilaks	4 0	22 25 *Na*	$\varrho < v$	1,7863	1,7879	1,8372	Ramsay u. Zilliacus, Öfv. af Finska Vet. Soc. Förhandl. **39**. Ref. diese Zeitschr. **31**, 317.

Axenebene stets $\perp$ $b(010)$, bei positiver Doppelbrechung; γ stets im stumpfen Winkel β.

Bei der Aufstellung der Krystalle und Bezeichnung der Flächen habe ich stets die von Dana (System, 1892) adoptirte Kokscharow'sche Stellung und Nomenclatur beibehalten.

Geschliffene Platten des Monazit liefern ausgezeichnete Absorptionsspectra, welche man am besten nach dem Vorschlage Scharizer's auf folgende Weise beobachten kann. Man legt die Platte auf den Objecttisch eines Mikroskopes und concentrirt auf dieselbe die directen Sonnenstrahlen durch den Spiegel. Wenn man nun bei Verwendung eines schwachen Objectives das Ocular durch ein kleines Handspectroskop ersetzt, erblickt man das charakteristische Spectrum des Monazit. Dasselbe zeigt mit gewöhnlichem Lichte einige breite Streifen im Roth und Grün. Mit polarisirtem Lichte (bei eingeschaltetem Polarisator) theilen sich diese in zwei Gruppen, je nach der Schwingungsrichtung des Lichtes. Die Streifen der beiden Gruppen liegen im Spectrum etwa abwechselnd unter einander, daher ist eine Aenderung der Farbe im weissen Lichte (Pleochroïsmus) kaum bemerkbar.

Es ist vielleicht nicht allgemein bekannt, was mir Prof. Miers zunächst kund gemacht hat, dass der Monazit (sowie andere, Absorptionsspectra erzeugende Mineralien, wie der Cerit) äusserst leicht erkennbar ist, indem man einfach einen Krystall (selbst noch auf der Stufe) in directem Sonnenlichte mit einem Handspectroskope beobachtet. Das vom Krystall reflectirte Licht zeigt, meist ganz deutlich, die charakteristischen dunklen Streifen im Spectrum.

---

1) Nach der Chaulnes'schen Methode bestimmt.

2) Rosenbusch, Mikr. Physiogr. **1**, 498 (1892).

Monazit von der Frossnitz-Alpe bei Prägraten, Tirol.

(Fig. 1, Taf. III.)

Dieses bereits vor drei Jahren in die Münchener Sammlung gelangte Vorkommen ist inzwischen in Bezug auf Krystallform und Paragenesis von Herrn Prof. Cathrein in Innsbruck beschrieben worden (N. Jahrb. 1899, 2, 137).

Mit zwei geschliffenen Platten, parallel $b(010)$ resp. senkrecht zur spitzen Bisectrix, habe ich für die optischen Constanten folgende Werthe erhalten:

Auslöschungswinkel auf $b(010)$ $\left.\begin{array}{l} \\ = \dot{c}:\gamma \end{array}\right\}$ $= 2^0$ (Na-Licht); die spitze Bisectrix (γ) liegt im stumpfen Winkel β.

Optischer Axenwinkel in Monobromnaphthalin ($\mu = 1,6593$):

$2H = 21^0 26'$ (Na-Licht),

daher: $2E = 35\ 57$ (- -).

Doppelbrechung positiv.

Im weissen Lichte sieht man folgende Dispersionen der Axen:

$\varrho < v$

horizontale Dispersion gering, wobei der Winkel $\dot{c}:\gamma$ um etwas kleiner für blaues als für rothes Licht ist.

Eine Bestimmung des Brechungsindex, mittelst eines Prisma, bestehend aus den Flächen $a(100)$ (angeschliffen und polirt) und $x(\bar{1}01)$, ergab:

$\alpha = 1,794.$

Ausser den von Prof. Cathrein beschriebenen Formen mag wohl an den von mir untersuchten Krystallen auch folgende neue Form vorkommen:

$k\{013\}.$

Ihre Anwesenheit ist aber unsicher, weil sie auf einem einzigen schwachen Reflexe in der Zone $[bc] = [010:001]$ beruht, welcher einen beobachteten Winkel $(b:k)$ von $72^0 55'$ ergab, entsprechend einem berechneten Winkel von $73^0 19'$.

Der begleitende Calcit ist bemerkenswerth wegen der auffallend verschiedenen Beschaffenheit der Flächen verschiedener Formen. Die Krystalle, welche eine Länge von 1 cm oder mehr erreichen, sind Combinationen von Rhomboëdern und Skalenoëdern:

$f\{02\bar{2}1\} = \{1\bar{1}\bar{1}\}$; $[r\{10\bar{1}1\} = \{100\}$ nur als Spaltungsfläche];
$M\{40\bar{4}1\} = \{3\bar{1}\bar{1}\}$; $v\{21\bar{3}1\} = \{2\bar{1}0\}$; $x\{13\bar{4}1\} = \{2\bar{2}1\}$.

Von diesen sind die Flächen der herrschenden Form $\{f\}$ glatt, aber stark gerundet, und gehen am unteren Ende auf beiden Seiten in die Flächen von $\{x\}$, welche ebenfalls gerundet sind, über. Alle diese Flächen erscheinen so, als ob sie durch Säure geätzt worden wären. Die kleinen

Flächen dagegen von $\{v\}$ und $\{M\}$ sind vollkommen glatt und eben und liefern am Goniometer vorzügliche helle Reflexe. Die Form $\{r\}$ ist nur als Spaltungsebene auf den Kanten von $\{f\}$ vorhanden.

Monazit von Tavetsch, Graubünden in der Schweiz.

1. Val Nalps.
2. Val Strim.
3. Val Stredge.

Ich habe zwei Reihen von Krystallen von der Tavetscher Gegend messen können, und zwar von Val Nalps (südlich von Sedrun) und von Val Strim (nördlich von demselben Dorfe gelegen). Letzteres scheint als Fundort noch nicht beschrieben zu sein.

In Bezug auf Habitus und Krystallformen unterscheiden sich die beiden Vorkommnisse nicht bedeutend, indem beide tafelförmige Krystalle nach $a\{100\}$ mit starker Entwickelung auch von $x\{10\bar{1}\}$ liefern.

Beobachtete Formen:

Val Nalps: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $e\{011\}$, $v\{11\bar{1}\}$, $i\{21\bar{1}\}$, $z\{31\bar{1}\}$, $m\{110\}$, $l\{210\}$, $x\{10\bar{1}\}$, $u\{021\}$, $r\{111\}$, $w\{101\}$.

Val Strim: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $e\{011\}$, $v\{11\bar{1}\}$, $i\{21\bar{1}\}$, $z\{31\bar{1}\}$, $m\{110\}$, $l\{210\}$, $x\{10\bar{1}\}$, $u\{021\}$, $r\{111\}$, $o\{12\bar{1}\}$.

Der Habitus der beiden Reihen stimmt mit der von Seligmann gegebenen Figur des Turnerit von Perdatsch, Val Nalps (diese Zeitschr. 1882, **6**, 231) überein.

Die Stufe von Val Strim, welche der Sammlung des Herrn Seligmann angehört und ziemlich am Gletscher gefunden sein soll, besteht aus löcherigem Quarz mit auf- und eingewachsenen kleinen Monazitkryställchen. Der Quarz ist auch theilweise mit blassgrünem körnigem Chlorit bedeckt.

Die optischen Eigenschaften sind die folgenden:

Val Nalps:

$\dot{c}:\gamma = 4^0\,24'$ (Na-Licht) mit der spitzen Bisectrix im stumpfen Winkel β.

$2H = 21\;\;35$ für Na-Licht in Monobromnaphthalin, daher

$2E = 36\;\;12$ - - - in Luft.

$\varrho < v$

Bestimmungen des Brechungsindex α mit Prismen (von natürlichen Flächen von $\{a\}$ und $\{x\}$ begrenzt) ergaben folgende drei Werthe:

$$\alpha = 1{,}807;\; 1{,}798;\; 1{,}788,$$

von denen aber der erste und letzte von zweifelhafter Genauigkeit sind, weil bei ihrer Bestimmung eine oder beide Flächen des Prismas mehrere Reflexe im Goniometer lieferten, der brechende Winkel also unsicher ist.

Val Strim:

$\dot{c} : \gamma = 3\frac{1}{2}^0$ im stumpfen Winkel β.

Wegen der geringen Grösse der Krystalle konnten weitere Bestimmungen nicht vorgenommen werden.

Val Stredge:

Eine Reihe von Stufen, welche von Herrn Dr. Grünling im Sommer 1898 im Val Stredge (einem Seitenthale des Val Nalps) und am Berge Tgom (oder Giom), oberhalb Perdatsch, gesammelt wurden, zeigen folgende Mineralien: Monazit, Rutil, Apatit, Albit, Pyrit, Chalybit, Glimmer und Quarz.

Die Monazitkrystalle, welche auf einigen Stufen recht zahlreich sind, und eine Länge von 3 mm erreichen, sind wunderbar glänzend, von einer schönen orangebraunen Farbe, und haben (mit Ausnahme der Formen $\{a\}$, $\{x\}$, $\{v\}$), sehr ebene und glatte Flächen. Sie kommen auf Spalten in Glimmerschiefer vor, begleitet von grossen braunen Rhomboëdern von Braunspath, tafeligen Krystallen von wasserhellem Apatit, Pyrit, Quarz, kleinen Rauchquarzkrystallen, Rutil, Albit und weissem Glimmer in kleinen hexagonalen Täfelchen. Eine der Stufen besteht hauptsächlich aus einer im Schiefer eingeschlossenen Quarzmasse.

Die Braunspathrhomboëder sind meist löcherig und zeigen eine kleine Basisfläche. Sie erreichen eine Kantenlänge von 3 cm.

Die Apatittafeln, welche einen Durchmesser bis zu 7 mm besitzen, zeigen folgende Formen:

$c\{0001\}$, $m\{10\bar{1}0\}$, $y\{20\bar{2}1\}$, $x\{10\bar{1}1\}$, $r\{10\bar{1}2\}$, $a\{11\bar{2}0\}$, $s\{11\bar{2}1\}$.

Der Pyrit kommt in Würfeln und in Kubooktaëdern vor und ist mehr oder weniger in Limonit umgewandelt.

Der Rutil hat die Form schmaler Prismen oder Nadeln, welche zuweilen knie- oder netzförmige Zwillinge bilden.

Der Albit bildet tafelförmige Krystalle, welche zuweilen durch Eisenoxyd braun gefärbt sind. Auf den Stufen ist neben den Krystallen eine beträchtliche Menge Eisenocker vorhanden.

Der Monazit, sowie der Rutil, ist zuweilen in Quarzkrystallen theilweise oder gänzlich eingeschlossen. Der Rutil wird auch von Albit umgeben, was ebenso für den Pyrit gilt. Der Monazit und der Rutil gehören also wahrscheinlich zu den am frühesten entstandenen Mineralien. Der Chalybit ist dagegen wohl die jüngste Bildung, weil er den Pyrit, Rutil und Quarz gleichfalls umschliesst.

Monazit vom Valser Thal, Graubünden.

Fig. 2, Taf. III.

Der Monazit von diesem Fundorte, welcher noch nicht beschrieben worden ist, kommt (um aus einigen in der Seligmann'schen Sammlung resp. im Museum zu Oxford befindlichen Stufen zu schliessen) in braunen,

bis zu 5 mm langen, auf Gneiss, resp. auf darin befindlichen dichtem Quarz aufsitzenden Krystallen, in Begleitung von Rutilnadeln, vor. Herr Seligmann theilt mir mit, dass neben dem Monazit auch Anatas, Brookit, Rutil — einschliessende Quarze und rosa Flussspath vorkommen.

Das Valser Thal (auch St. Petersthal genannt) ist das bei Ilanz mündende Seitenthal des Vorderrheins. Als näherer Fundort wird Piz Aul angegeben, welcher westlich von Vals Platz liegt.

Einige Stufen aus der hiesigen Sammlung, welche vom »Valser Thal« stammen, zeigen neben den genannten Mineralien auch Eisenglanz und Adular. Das Aussehen des Gesteines ist aber von dem der Monazitstufen etwas verschieden; so ist es möglich, dass sie von einer anderen Stelle kommen als diese.

Die Krystalle sind tafelförmig nach $a\{100\}$ und etwas in der Richtung der b-Axe verlängert. Die Formen $w\{101\}$ und $x\{10\bar{1}\}$ sind beide stark entwickelt (Fig. 2).

Beobachtete Formen:

$a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$ (nur als Spaltfläche), $e\{011\}$, $v\{11\bar{1}\}$, $z\{31\bar{1}\}$, $m\{110\}$, $l\{210\}$, $x\{10\bar{1}\}$, $o\{12\bar{1}\}$, $g\{012\}$, $r\{111\}$, $w\{101\}$, $f\{112\}$, $\psi\{105\}$?, $\theta\{\bar{1}22\}$.

Von diesen sind die beiden letzteren neu.

ψ ist eine schmale Fläche in der Zone $[a, w, x]$, welche folgende Winkel lieferte:

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet für (105)	Berechnet für (106)
$a:\psi = (100):(h0l)$	2	67° 0′—67° 49′	67° 24½′	66° 16½′	67° 51½′
$x:\psi = (\bar{1}01):(h0l)$	2	60 0 —61 47	60 53½	60 12½	58 37½

Die Fläche ist also wahrscheinlich (105), weil der gemessene Winkel $a:x$ zu gross ist (128° 3′ statt 126° 29′ berechnet) und die Reflexe von x besser sind als die von a; daher ist der Winkel $x:\psi$ wahrscheinlich richtiger als $a:\psi$.

θ ist eine schmale Fläche in der Zone $[a, v]$, welche ergab:

	Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Berechnet:
$a:\theta = (\bar{1}00):(\bar{1}22)$	2	79° 8′—79° 35′	79° 21½′	79° 40½′
$e:\theta = (011):(\bar{1}22)$	2	20 25 —20 28	20 26½	20 26½

Die Fläche a ist, wie gewöhnlich, etwas uneben, also ist der Winkel $a:\theta$ nicht so genau als $e:\theta$.

Diese Form $\theta\{\bar{1}22\}$ ist auch am Monazit von Tintagel beobachtet worden (siehe S. 120).

Die spitze Bisectrix ist um 2° 24′ gegen die verticale Axe geneigt, und liegt im stumpfen Winkel β. Eine dazu senkrechte Platte zeigte in weissem Lichte im Konoskope einen Axenwinkel von 7½ Mikrometertheilen, was ungefähr

$2H = 21\frac{1}{2}°$ (Bromnaphathalin)
$2E = 36°$ (Luft) entspricht.

Dispersion $\varrho < v$.

Monazit von der Alpe Lercheltini, Binnenthal.

Ein einziger Krystall, den ich von diesem Fundorte gemessen habe, zeigt folgende Formen:

$a\{100\}$, $b\{010\}$, $e\{011\}$, $v\{11\bar{1}\}$, $i\{21\bar{1}\}$, $m\{110\}$, $l\{210\}$, $y\{310\}$, $x\{10\bar{1}\}$, $t\{21\bar{2}\}$, $r\{111\}$; $\varphi\{283\}$?.

Er ist tafelförmig nach $x\{10\bar{1}\}$.

φ ist eine kleine Fläche in der Zone $[u, v]$, welche vielleicht dem Symbole $(2\bar{8}3)$ entspricht. Die sie bestimmenden Winkel sind:

	Beobachtet:	Berechnet für $(2\bar{8}3)$:
$m : \varphi =$	$33\frac{1}{2}^0$	$33^0 24'$
$v : \varphi =$	$53\frac{1}{3}$	53 2

t ist für dieses Vorkommen neu.

Monazit von Hitterö, Norwegen.

Fig. 3, Taf. III.

Einige lose Krystalle von einer Klippe bei Hitterö, welche Prof. Zschau in Dresden angehören, zeigen folgende Formen:

$a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$ (nur Spaltfläche), $m\{110\}$, $x\{10\bar{1}\}$, $w\{101\}$, $v\{11\bar{1}\}$, $e\{011\}$, $r\{111\}$.

An einem Krystalle kommen auch andere Flächen vor und zwar in den Zonen $[a, v]$ und $[m, v]$ (?), sie sind aber zu uneben und gewölbt, um eine Bestimmung der Indices zu gestatten. Vielleicht ist $\theta\{\bar{1}22\}$ vorhanden.

In Bezug auf den Habitus sind die Krystalle ziemlich verschieden. Die meisten sind aber tafelförmig nach $\{a\}$, mit grossen m- und x-Flächen. Andere dagegen unterscheiden sich durch grössere Entwickelung von $\{v\}$.

Die Krystalle sind von einer warmbraunen Farbe, mit matter Oberfläche, und undurchsichtig. Die Spaltbarkeit nach $c\{001\}$ ist glänzend.

Ich habe zwar keine Krystalle auf dem Muttergestein gesehen, aber ein kleines Stück desselben, welches einem Krystalle anhängt, besteht aus Quarz, Orthoklas und Biotit, und es ist also nicht unwahrscheinlich, dass die Krystalle in einem Granit oder Pegmatit eingewachsen vorkommen.

Monazit von Tintagel, Cornwall.

Fig. 4 und 5, Taf. III.

Ende 1899 habe ich Gelegenheit gehabt, mit Herrn Prof. Miers den Steinbruch (»West Quarry« genannt) zu Tintagel zu besuchen, in welchem er schon 1886 einen einzigen Krystall von Monazit entdeckte, der

sich jetzt im Britischen Museum, neben dem von ihm früher (Min. Mag. 1885, **6**, 164[1]) beschriebenen Stücke, befindet.

Unser Suchen wurde diesmal durch die Auffindung von vier Krystallen, von denen zwei besonders schön waren, belohnt. Der devonische Thonschiefer, welcher an dieser Stelle einen merkwürdigen Seidenglanz besitzt, wird von zahlreichen geraden Spalten durchsetzt, die ungefähr N.O. und S.W. verlaufen und grosse Winkel mit dem Horizonte bilden. Diese Spalten sind oft mit Krystallen von Albit, Quarz und Calcit bekleidet, auf welchen vereinzelt die Monazitkrystalle sitzen. Einer der Krystalle war auf einer kleinen Nebenspalte in der Nähe eines Albitganges unmittelbar auf dem Schiefer aufgewachsen. In diesem Falle ist die Farbe etwas tiefer als bei den Krystallen auf Albit (welche hellorangebraun sind), und obwohl die Flächen ganz frisch und glänzend sind, ist der Krystall undurchsichtig. Er ist in Fig. 4 naturgetreu und in Fig. 5 ideal ergänzt dargestellt.

Ich habe diesen Krystall messen können, ohne ihn von der Stufe loszulösen, und zwar mit folgenden Resultaten:

Der Habitus ist ganz ungewöhnlich, d. h. tafelförmig nach $b\,(010)$, und der Krystall liegt auf der dazu parallelen Fläche $(0\bar{1}0)$ auf dem Schiefer. Es sind 17 messbare Flächen vorhanden, welche folgenden Formen angehören:

$b\{010\}$, $u\{021\}$, $e\{011\}$, $v\{\bar{1}11\}$, $o\{\bar{1}21\}$, $m\{110\}$, $n\{120\}$, $\mu\{130\}$, $r\{111\}$, $\eta\{\bar{1}32\}$, $\theta\{\bar{1}22\}$.

Die Seitenflächen sind unvollständig ausgebildet resp. verdeckt, aber es ist wahrscheinlich $w\{101\}$ vorhanden; $x\{10\bar{1}\}$ scheint dagegen zu fehlen.

Von diesen Formen sind μ und η neu, und θ ist sonst nur an einem der oben erwähnten Krystalle aus dem Valser Thale beobachtet worden. Die neuen Flächen sind alle ganz deutlich, wenn auch klein, und μ ist besonders schön und glänzend. Die Formen sind durch folgende Messungen bestimmt:

			Kanten:	Grenzen:	Beobachtet:	Ber.:
in der Zone $[b, n, m]$	$b:\mu$	$(010):(130)$	2	19°56′—20°26′	20°11′	19°29½′
	$n:\mu$	$(120):(130)$	1	—	9 0	8 28½
- - - $[u, v]$	$u:\eta$	$(02\bar{1}):(13\bar{2})$	1	—	[17 0][2]	16 34
	$v:\eta$	$(11\bar{1}):(13\bar{2})$	1	—	[22 15][2]	22 56
- - - $[e, v]$	$e:\theta$	$(011):(\bar{1}22)$	1	—	20 58	20 26½
	$v:\theta$	$(\bar{1}11):(\bar{1}22)$	1	—	18 29	18 9½
	$u:\theta$	$(021):(\bar{1}22)$	1	—	25 33	25 16

---

1) S. d. Ref. diese Zeitschr. **12**, 181. Des Cloizeaux (Manuel de Min. **2**, 475) schreibt diese Notiz über »Turnerit von Cornwall (?)« irrthümlich Herrn Trechmann zu.

2) Winkel durch maximale Beleuchtung der Flächen bestimmt.

Der Habitus der übrigen Krystalle ist scheinbar der gewöhnliche, d. h. ist mehr oder weniger tafelförmig nach $a(100)$. Einer derselben ist ein Zwilling nach dem gewöhnlichen Gesetz — Zwillingsebene $a(100)$ —, wobei a auch Zusammensetzungsebene ist. Dieser Krystall hat einen Durchmesser von 2,5 mm und zeigt die zuerst von Miers (l. c.) an den Krystallen im Britischen Museum aufgefundene Form $q\{701\}$ — eine Thatsache, welche die Miers'sche Annahme betreffend den Fundort jenes Stückes bestätigt.

Von dem scheinbar constanten Mitvorkommen (welches zuerst durch Hessenberg angedeutet wurde) irgend einer Form von TiO_2 als Begleiter des Monazit, bietet das Vorkommniss keine Ausnahme dar. Man findet nämlich feine goldgelbe Rutilnadeln häufig mit dem Albit auf den Gängen, und kleine stahlblaue Bipyramiden von Anatas kommen in einem benachbarten Steinbruche, nördlich von »West Quarry« gelegen, mit Albit vor.

Der Rutil ist bemerkenswerth, indem die äusserst feinen Nadeln meist ganz frei auf dem Albit liegen und zuweilen ein haarähnliches Gewebe bilden, aber auch zuweilen in Quarzkrystallen eingeschlossen sind.

Dünne Schichten von goldgelbem Rutil, mit »Sagenit«-Structur, sind auf Sprüngen in dichtem Quarz an einer anderen Stelle in demselben Steinbruche zu finden.

Der Quarz ist interessant wegen der Häufigkeit der Flächen $s\{4\bar{2}1\}$ und der Zwillingsbildung. Die Zwillinge sind zwar häufig nach dem gewöhnlichen (Drehungs-) Gesetze, aber es kommen auch Exemplare derjenigen Varietät des Spiegelungsgesetzes vor, bei welcher die s-Flächen beider Individuen an denselben Kanten des Zwillings liegen, wobei die abwechselnden Kanten keine Flächen dieser Form tragen.

Flächen von $x\{4\bar{2}\bar{1}\}$ habe ich nicht gefunden.

Die Calcitkrystalle, oft gross, grob und meist löcherig, sind manchmal mit einem äquatorialen Gürtel von Schieferspath in paralleler Stellung umgeben. Sie bieten meistens Combinationen von ziemlich stumpfen Skalenoëdern dar.

Der Monazit und die begleitende TiO_2 kommen scheinbar auf einem sehr beschränkten Gebiete vor, weil wir davon keine Spur in anderen der zahlreichen Steinbrüche in der Gegend gefunden haben, obwohl der Quarz und der Albit in mehreren derselben häufig sind.

Monazit von Alexander County, Nord-Carolina.

Einige schöne Krystalle (bis zu 5 mm Durchmesser und 2 mm Dicke), in Herrn Seligmann's Besitze, zeigen folgende Formen:

$a\{100\}$, $b\{010\}$, $e\{011\}$, $v\{11\bar{1}\}$, $z\{31\bar{1}\}$, $x\{10\bar{1}\}$, $r\{111\}$, $w\{101\}$, $s\{121\}$, $\nu\{\bar{5}66\}$.

Habitus, Farbe (kastanienbraun), Grösse und Krystallform machen es wahrscheinlicher, dass das Material von dem von vom Rath (diese Zeitschr. **13**, 596) beschriebenen Fundorte in der Nähe der »Emerald und Hiddenite Mine« stammt, als von Stony Point (Hidden, Am. J. Sc. (3 **32**, 207; Ref. diese Zeitschr. **12**, 507) oder Milholland's Mill Dana, diese Zeitschr. **7**, 362 und Hidden, Am. J. Sc. (3), **22**, 21; Ref. diese Zeitschr. **6**, 517). Ich habe jedoch keinen der von vom Rath erwähnten Zwillinge gefunden.

Die kleine Fläche ν, welche an der Ecke eines Krystalles vorkommt, stimmt in ihrer Lage mit den Indices ($\bar{5}66$) überein. Sie liegt in der Zone [e, a] und lieferte folgende Messungen:

	Beobachtet:	Berechnet:
$a : \nu = (100) : (\bar{5}66) =$	$112^0 53'$	$112^0 53\frac{1}{2}'$
$r : \nu = (111) : (\bar{5}66)$	64 0	64 $52\frac{1}{2}$
$z : \nu = (3\bar{1}\bar{1}) : (\bar{5}66)$	139 50	139 $37\frac{1}{2}$

Die Auslöschung in einer parallel $b(010)$ geschliffenen Platte ergab:

$\dot{c} : \gamma = 2\frac{1}{4}^0$ im stumpfen Winkel β (*Na*-Licht).

Der Axenwinkel, mit einer senkrecht zur spitzen Bisectrix geschliffenen Platte gemessen, ist

$2H = 17^0 19'$ (für *Na*-Licht in Monobromnaphthalin),
woraus $2E = 28\ 56$ (- - - in Luft).

Im weissen Lichte sieht man, dass

$$\varrho < v$$

und dass eine Spur horizontaler Dispersion vorhanden ist.

Folgende Werthe für den Brechungsindex α wurden mit einem Prisma mit angeschliffenen a- und x-Flächen bestimmt:

$$\alpha = \begin{cases} 1{,}789 \text{ für rothes Licht} \\ 1{,}792 \text{ - gelbes - } (Na) \\ 1{,}795 \text{ - grünes - } \end{cases}$$

(Im weissen Lichte besteht das Spectrum einfach aus einem rothen und einem grünen Bilde des Signals, und die Werthe für Roth und Grün sind damit gemessen worden.)

Monazit von New York City.

Fig. 6, Taf. III.

Dieses Material (welches ich ebenfalls Herrn Seligmann verdanke) ist wohl identisch mit dem von Hovey von den »Washington Heights, New York City« beschriebenen (Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 1895, **7**, 341; Ref. diese Zeitschr. **28**, 334). Herr Seligmann berichtet, dass die

Händler bald »Washington Heights«, bald »Harlem Speedway«, bald »Speedway and 185th Street« als Fundort angeben.

Das Material besteht nur aus losen Krystallen. Dieselben sind dunkelbraun, meist in Folge von Sprüngen oder Einschlüssen in der sonst klaren Substanz, ziemlich undurchsichtig, zuweilen mit einem von den Sprüngen herrührenden aventurinartigen Ansehen. Die Spaltbarkeit nach $c\{001\}$ ist sehr vollkommen.

Die Krystalle zeigen folgende Formen, welche schon alle bekannt sind:

$a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$ (nur Spaltfläche), $u\{021\}$, $e\{011\}$, $v\{11\bar{1}\}$, $i\{21\bar{1}\}$, $l\{210\}$, $m\{110\}$, $n\{120\}$, $x\{10\bar{1}\}$, $w\{101\}$, $r\{111\}$.

Die Krystalle sind dicktafelförmig nach $a\{100\}$ und erreichen einen Durchmesser von 4 mm. Sie sind zuweilen etwas nach der Verticalaxe verlängert und dann oben und unten von $\{w\}$, $\{r\}$, $\{u\}$, $\{e\}$ begrenzt, mit einer Höhe bis zu 6 mm (Fig. 6).

$c\{001\}$ ist nur als Spaltfläche vorhanden.

Die Auslöschung in einer Platte nach $b(010)$ ergab:

$$\dot{c}:\gamma = 2^0 \text{ im stumpfen Winkel } \beta \text{ (}Na\text{-Licht).}$$

Der optische Axenwinkel, mit einer senkrecht zur spitzen Bisectrix geschliffenen Platte gemessen, ist

$$2E = 24^0\ 7\tfrac{1}{2}' \text{ (}Na\text{-Licht, in Luft),}$$

woraus $2H = 14\ 37\frac{1}{2}$ (- - - Monobromnaphthalin).

In weissem Lichte ist $\varrho < v$, und eine geringe horizontale Dispersion in demselben Sinne wie bei dem Tiroler Material (d. h. mit $\dot{c}:\gamma$ grösser für Roth als für Blau) ist zu beobachten.

In die stereographische Projection (Fig. 7) sind sämmtliche bekannte Formen des Monazit eingetragen.

Von den folgenden Tabellen giebt I eine Übersicht über die an den Krystallen von den genannten Fundorten vorkommenden Formen, Tab. II ein zu dem von Dana (Syst. Min. 1892) gegebenen supplementäres Verzeichniss der berechneten Winkel, bezogen auf das von E. S. Dana (für Monazit von Milholland's Mill, Alexander Co.) angenommene Axensystem:

$$a:b:c = 0,96933:1:0,92558; \quad \beta = 76^0\,20'\,10''.$$

Ein Verzeichniss der Schriften über den Monazit, welche in der von Scharizer (diese Zeitschr. 1887, **12**, 255) gegebenen Literatur nicht enthalten oder seitdem erschienen sind, wird hinzugefügt.

Tabelle I.

Uebersicht über die Krystallformen des Monazit.

Symbol	Dana System 1892 / Gdt.	Bowman	Frossnitz	Val Nalps	Val Strim	Valser Thal	Binnenthal	Hitterö	Tintagel	Alex. Co.	New York City
{100}	*a*		+	+	+	+	+	+	+	+	+
{010}	*b*		+	+	+	+	+	+	+	+	+
{001}	*c*		+	S		+	Tr	+		v.R	+
{013}?		*k*	+								
{012}	*g*		+	v.R		+				v.R	
{011}	*e*		+	+	+	+	+	+	+	+	+
{021}	*u*		+	+	+		+		+	v.R	+
{105}?		ψ				+					
{305}	*h*						Tr				
{101}	*w*			+		+	Tr / v.R	+	+	+	+
{701}	*q*								+		
$\{\bar{1}01\}$	*x*		+	+	+	+	+	+	M	+	+
{310}	*y*		C	v.R			+				
{210}	*l*		+	+	+	+	+			v.R	+
{110}	*m*		+	+	+	+	+	+	+	v.R	+
{120}	*n*			v.R					+		+
{130}		μ							+		
{111}	*r*			+	+	+	+	+	+	+	+
$\{\bar{1}22\}$		θ				+			+		
$\{\bar{5}66\}$		ν								+	
$\{\bar{1}11\}$	*v*		+	+	+	+	+	+	+	+	+
$\{\bar{2}11\}$	*i*		+	+	+		+		+	v.R	+
$\{\bar{3}11\}$	*z*		+	+	+	+	Tr		+	+	
{121}	*s*									+	
$\{\bar{1}21\}$	*o*		+	v.R	+	+				+	
$\{\bar{2}21\}$ 1)		π									
{112}	*f*					+			M		
$\{\bar{1}12\}$	*d*										
$\{\bar{2}12\}$	*t*						+			v.R	
$\{\bar{1}32\}$		η							+		
{283}		φ					+				

+ vom Verf. beobachtet.
C Cathrein
M Miers
S Seligmann
Tr Trechmann
v.R vom Rath

Gdt. (Index **2**, 401) giebt auch $p\{211\}$ an auf Grund einer von J. D. Dana (Am. J. Sc. 1838, **33**, 71, Fig. 3) gegebenen Abbildung eines Krystalles von Watertown, Conn. Nach Dana's Syst. 4. Ed., 1854, S. 403 unten bezieht sich aber diese Figur überhaupt nicht auf Monazit, sondern auf Zirkon, daher die betreffende Form wegfallen muss.

1) Von Mallard (Bull. Soc. Min. 1887, **10**, 236; Ref. diese Zeitschr. **15**, 642) am Kryptolith aufgefunden und als $b^{\frac{1}{4}}$ bezeichnet.

Tabelle II.

Supplementäre Winkeltabelle des Monazit, bezogen auf das Axensystem
$a : b : c = 0,9693 : 1 : 0,9256$; $\beta = 76^\circ 20'$ (E. S. Dana).

Winkel	Flächen	Wert	Winkel	Flächen	Wert
$a : g$ =	$(100):(012)$ =	77° 33½′ [1]	$i : u$ =	$(\bar{2}11):(021)$	60° 27′
$a : d$ =	$(100):(11\bar{2})$	77 18	$f : m$ =	$(\bar{1}1\bar{2}):(110)$	99 27
$a : \nu$ =	$(100):(56\bar{6})$	67 6½	$f : w$ =	$(112):(101)$	24 53
$a : \psi$ =	$(100):(105)$	66 16½	$u : m$ =	$(021):(110)$	46 56
$a : \theta$ =	$(100):(12\bar{2})$	79 40½	$u : x$ =	$(021):(10\bar{1})$	108 9
$a : q$ =	$(100):(701)$	7 59½	$u : v$ =	$(021):(\bar{1}11)$	39 30
$b : k$ =	$(010):(013)$	73 19	$g : g$ =	$(012):(0\bar{1}2)$	48 26 [1]
$b : u$ =	$(010):(021)$	29 4½	$q : \omega$ =	$(701):(101)$	31 13
$b : i$ =	$(010):(\bar{2}11)$	65 4½	$\pi : r$ =	$(22\bar{1}):(111)$	55 18½
$b : \mu$ =	$(010):(130)$	19 29½	$\pi : v$ =	$(22\bar{1}):(11\bar{1})$	18 56½
$c : u$ =	$(001):(021)$	60 55½	$\nu : v$ =	$(56\bar{6}):(11\bar{1})$	5 35½
$c : v$ =	$(001):(\bar{1}11)$	59 4	$\psi : x$ =	$(105):(\bar{1}01)$	60 12½
$c : q$ =	$(001):(701)$	68 20½	$\varphi : v$ =	$(283):(\bar{1}11)$	53 2
$m : w$ =	$(110):(101)$	55 40	$\varphi : m$ =	$(283):(110)$	33 24
$m : o$ =	$(110):(12\bar{1})$	35 51	$\theta : v$ =	$(12\bar{2}):(11\bar{1})$	18 9½
$m : v$ =	$(110):(11\bar{1})$	40 50 [2]	$\theta : e$ =	$(\bar{1}22):(011)$	20 26½
$m : v$ =	$(110):(\bar{1}11)$	86 26	$\theta : u$ =	$(\bar{1}22):(021)$	25 16
$o : w$ =	$(\bar{1}21):(101)$	88 29	$\theta : n$ =	$(\bar{1}22):(120)$	59 36½
$v : t$ =	$(\bar{1}11):(\bar{2}12)$	16 15	$\theta : \theta$ =	$(\bar{1}22):(\bar{1}\bar{2}2)$	83 51
$x : n$ =	$(\bar{1}01):(\bar{1}20)$	73 48½	$\eta : m$ =	$(\bar{1}32):(110)$	63 30
$i : x$ =	$(\bar{2}11):(\bar{1}01)$	33 39	$\eta : v$ =	$(\bar{1}32):(\bar{1}11)$	22 56
$i : v$ =	$(\bar{2}11):(\bar{1}11)$	23 10			

Literatur des Monazit.

1823. Lévy, Annals of Philosophy **21** [N. S. 5], 241.

1831. Brooke, Phil. Mag. **10**, 189. — Pogg. Ann. **23**, 362 (Mengit).

1837. Shepard, Am. J. Sc. **32**, 162 (Edwardsit), 341 (Eremit). } Ref. von Rose,

1838. J. D. Dana, Am. J. Sc. **33**, 70 (Eremit). } Pogg. Ann. **46**, 645.

1846. Wöhler, Nachr. d. k. Ges. d. Wiss. Gött. 1846, 19. — Pogg. Ann. **67**, 424 (Kryptolith).

1847. Hausmann, Handbuch **2** (2), 1067.

1849. H. Watts, Quart. Journ. Chem. Soc. **2**, 131 (Phosphocerit).

1852. Miller, Min. 493 (Monazit), 653 (Turnerit), 678 (Monazitoid).

1857. Zschau, Allg. deutsche Nat.-Zeit. Dresden 1857, 208. — Ref. Am. J. Sc. (2) **25**, 410.

1862. Des Cloizeaux, Manuel **1**, 533.

1866. J. D. Dana, Am. J. Sc. (2) **42**, 420.

1870. vom Rath, Sitz.-Ber. d. k. Bayer. Akad. d. Wiss. **2**, 271.

---

1) Von Dana (System 1892, S. 750) werden in der Winkeltabelle »ak, kk'« statt »ag, gg'« angegeben. Der Fehler wird später (1899) corrigirt.

2) Dana (l. c.) giebt durch einen Fehler »$m'v = 30^\circ 56'$«.

1872. Church, Chem. News **26**, 130.
1873. Des Cloizeaux und Pisani, Zeitschr. d. d. geol. Ges. **25**, 568.
1874. Des Cloizeaux, Manuel **2**, XLV, und 472.
1875. Klein, N. Jahrb. 1875, 852.
1878. Cossa, Mem. Accad. d. Linc. (3) **3**, 30. — Bull. Soc. Min. Fr. **2**, 85. Ref. d. Ztschr. **3**, 47.
1880. Seligmann, Verh. d. Nat.-hist. Ver. zu Bonn, Jahrg. **37**. Corresp.-Bl. **2**, 130. —— diese Zeitschr. **6**, 231.
1881. Hidden, Am. J. Sc. (3) **22**, 21. Ref. diese Zeitschr. **6**, 517.
Renard, Bull. Ac. royale de Belg. (3) **2**, 128. Ref. diese Zeitschr. **6**, 544.
1882. E. S. Dana, Am. J. Sc. (3) **24**, 247. —— diese Zeitschr. **7**, 362.
Penfield, Am. J. Sc. (3) **24**, 250. —— diese Zeitschr. **7**, 366.
1884. Kokscharow, M. M. Russlands **9**, 10, und **10**, 155.
Seligmann, diese Zeitschr. **9**, 420.
1885. Miers, Min. Mag. **6**, 164. Ref. diese Zeitschr. **12**, 181.
1886. Hidden, Am. J. Sc. (3) **32**, 207. Ref. diese Zeitschr. **12**, 507.
vom Rath, Sitz.-Ber. Niederrh. N.-Ges. Bonn 1886, Mai 3. Ref. d. Ztschr. **13**, 596.
1887. Blomstrand, Geol. Fören. Förh. Stockholm **9**, 160. Ref. diese Zeitschr. **15**, 99.
Mallard, Bull. Soc. Min. de France **10**, 236 (Kryptolith). Ref. d. Zeitschr. **15**, 642.
M. Becquerel, Bull. Soc. Min. France. **10**, 120. Ref. diese Zeitschr. **14**, 617.
1888. M. Becquerel, Ann. Chim. Phys. (6) **14**, 170. Ref. diese Zeitschr. **18**, 330.
1889. Blomstrand, Om Monaziten från Ural, Lund's Univ. Årskrift 1889, **25**, Abth. 4. — J. f. prakt. Ch. 1890, (2) **41**, 266. Ref. diese Zeitschr. **20**, 367.
Blomstrand, Geol. Fören. Förh. **11**, 379. Ref. diese Zeitschr. **19**, 109.
Miers, Min. Mag. **8**, 207. Ref. diese Zeitschr. **19**, 415.
Vrba, diese Zeitschr. **15**, 203.
1891. Franck, Bull. Ac. royale de Belg. (3) **21**, 40. Ref. diese Zeitschr. **23**, 476.
1892. Hussak, Min.-petr. Mitth. **12**, 470. Ref. diese Zeitschr. **24**, 430.
Wülfing, Rosenbusch, Mikr. Phys. **1**, 498 (3. Aufl. Stuttgart 1892).
1895. Hovey, Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. **7**, 341. Ref. diese Zeitschr. **28**, 334.
Matthew, School of Mines Quarterly **16**, 232. Ref. diese Zeitschr. **28**, 334.
Niven, Am. J. Sc. (3) **50**, 75. Ref. diese Zeitschr. **28**, 318.
Nitze, 16. Ann. Rep. U. S. Geol. Survey, Part IV, 667 (mit vollständ. Literatur).
Ramsay, Collie und Travers, Journ. Chem. Soc. **67**, 684. Ref. diese Zeitschr. **28**, 222.
1896. Ferrier, Ottawa Naturalist **9**, 193. Ref. diese Zeitschr. **31**, 293.
Erdmann, Ber. d. d. chem. Ges. **29**, 1710. Ref. diese Zeitschr. **30**, 645.
Petterd, Catalogue of the Minerals of Tasmania. Launceston 1896. Ref. diese Zeitschr. **31**, 199.
Lacroix, Compt. rend. **122**, 1429. Ref. diese Zeitschr. **29**, 412.
1897. Derby, Min. Mag. **11**, 304. Ref. diese Zeitschr. **31**, 195.
Cesàro, Mém. d. l'Acad. d. Sci. d. lettr. et d. b. Arts de Belg. Bruxelles, **53**. Ref. diese Zeitschr. **31**, 89.
Lindgren, Am. J. Sc. (4) **4**, 63. Ref. diese Zeitschr. **31**, 295.
Preis, Sitz.-Ber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. **19**. Ref. diese Zeitschr. **31**, 526.
Ramsay und Travers, Proc. Roy. Soc. **60**, 442. Ref. diese Zeitschr. **30**, 88.
Ramsay und Zilliacus, Öfv. af Finska Vet. Soc. Förhandlingar **39**. Ref. diese Zeitschr. **31**, 317.
1899. Cathrein, N. Jahrb. 1899, **2**, 137.
Prior, Min. Mag. **12**, 101.

VIII. Ein extremer Fall in dem Schalenbau der Plagioklase.

Von

E. von Fedorow in Petrowsko-Rasumowskoje bei Moskau.

(Hierzu Tafel III, Fig. 8, 9; Taf. IV und V.)

Der Schalenbau der Plagioklase ist eine in Gesteinen sehr verbreitete Erscheinung, welche für manche derselben als eine ganz gewöhnliche gelten kann. Zahlreiche Beispiele sind fast in allen ausführlicheren Beschreibungen der bezüglichen Gesteine enthalten. Es fehlte sogar nicht an Versuchen, Gesetzmässigkeiten darin zu bestimmen. So ist z. B. seit den Arbeiten von Herrn Michel Lévy mehrfach in Erstarrungsgesteinen[1]) als Regel constatirt worden, dass der Kern durch basischere und die äusseren Schichten durch saurere Mischungen der Plagioklasreihe gebildet werden. Mehrfach wurde aber auch ein davon abweichendes Verhalten constatirt.

Das besonders zahlreich gesammelte Material von Feldspathbestimmungen bei der während der Jahre 1894—1899 ausgeführten detaillirten geologischen Aufnahme des Bogoslow'schen Bergreviers trug zur Constatirung dieses allgemeinen Verhältnisses im Grossen und Ganzen bei, dabei trat aber klar zu Tage, dass unter den Erstarrungsgesteinen dies ganz besonders für Tiefengesteine (und in erster Linie für Gabbro) charakteristisch ist.

Betreffs der dabei aufgetretenen Verhältnisse zwischen dem chemischen Bestande des flüssigen Magmas und den aus demselben als übersättigter Lösung[2]) sich ausscheidenden Mineralien auf den speciellen Bericht ver-

---

1) Im Gegensatze zu metamorphischen Gesteinen, für welche Hr. Becke (Sitz.-Berichte des deutschen naturw.-medic. Vereines für Böhmen »Lotos« 1897, Nr. 3) sogar als Regel das entgegengesetzte Verhältniss annimmt.

2) Vergl. Brauns in Tschermak's mineralogischen Mittheilungen **17**, 485. In der Sitzung der k. mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg im November 1899

weisend, möchte ich jetzt nur das Resultat hervorheben, dass diese Verhältnisse manchmal sich nicht bestätigen, und speciell derartige Gesteine, in welchen solche Nichtüberstimmung durch ganz bestimmte Merkmale zum Vorschein kommt, als anomale bezeichnen[1]). In dieser Hinsicht spielen die Feldspäthe und deren Bestimmung eine ganz besonders hervorragende Rolle, da bei der Leichtigkeit und Genauigkeit einerseits, mit welcher gegenwärtig diese Bestimmung vollbracht wird, und bei der besonderen Sensibilität, mit welcher jede Aenderung in der Zusammensetzung des Magmas sich in der Aenderung der Zusammensetzung der Plagioklase kund giebt, es schwerlich bessere Objecte für die Untersuchungen dieser Art geben kann. Diese Anomalie resp. das Fehlen des chemischen Gleichgewichtes zwischen dem Magma und den sich ausscheidenden Mineralien giebt sich durch Auflösen, Zerfressen und analoge Erscheinungen kund. Ist einmal etwas vorgekommen, was zur Aenderung in der chemischen Zusammensetzung des Magmas geführt hat, so ergreift die Auflösung mehr oder weniger alle Mineralien, welche früher zur Ausscheidung gekommen waren; die Auflösungsgeschwindigkeit ist aber dabei natürlich für verschiedene Mineralien sehr verschieden. Daraus geht die den Petrographen sehr gut bekannte Erscheinung hervor, dass einige frühere ausgeschiedene Mineralien manchmal fast restlos der Auflösung unterliegen, während an anderen nur undeutliche Spuren der Auflösung zu bemerken sind. Beispielsweise können hier die ausgeschiedenen Quarzkrystalle der Quarzporphyre (resp. Albitophyre) als solche erwähnt werden, welche besonders leicht diesem Auflösungsgange unterliegen, so dass sogar sehr selten ganz scharf auskrystallisirte Quarzausscheidungen zu treffen sind.

Auch ist es eine sehr gut bekannte Thatsache, dass in den körnigen Tiefengesteinen solche Mineralien, wie grüne Hornblende, meistentheils in zerfressener Form auftreten, und nur ziemlich selten in gut ausgebildeten Krystallen erscheinen. Von Tiefengesteinen hätte man sogar sagen können, dass die meisten derselben mehr oder weniger anomal sind.

Diese Erscheinungen sind a priori sehr gut begreifbar. Gerade die Tiefengesteine sind es, welche sich nur ausserordentlich langsam abkühlen, und es wäre befremdlich zu erwarten, dass dabei vollständige Ruhe und Unbeweglichkeit geherrscht hätte. Im Gegentheil wäre zu erwarten, dass, so lange ein Magma noch nicht zur völligen Erstarrung gekommen ist, dasselbe immer durch Strömungen in bewegten Zustand versetzt wird; wo aber Bewegung ist, dort kann fast keine Rede von einer Constanz in

wurde vom Verf. eine Mittheilung vorgelegt mit chemischen Diagrammen, welche ermöglichen, aus den Resultaten der Bauschanalyse einige angenäherte Schlüsse über Zusammensetzung der sich ausscheidenden Mineralien zu ziehen.

1) Nachrichten des Moskauer Landwirthschaftlichen Instituts 1899: Ueber petrographische Nomenclatur.

der Zusammensetzung sein. Das erstarrende Tiefenmagma ist also stets mehr oder weniger neben Neuausscheidungen auch theilweisem Wiederauflösen unterworfen, und die endgültig entstehende Textur fast jedes körnigen Tiefengesteins steht mit der eben entwickelten Vorstellung in bestem Einklange.

Um aber eine Vorstellung solcher Art mit der höchsten Beweiskraft zur Aeusserung zu bringen, empfiehlt es sich, genaue Beobachtungen an denjenigen Objecten anzustellen, in welchen der angedeutete Process am schärfsten ausgeprägt worden ist. Und nun glaube ich, gerade ein solches Object in einem Tiefengestein aus der Kedabek'schen Kupfergrube[1]) (in Transkaukasien, Gouvernement Elisavetpol) gefunden zu haben, an welchem die folgenden Beobachtungen angestellt wurden.

Dieses Tiefengestein stellt ein körniges Aggregat von herrschendem Plagioklas mit etwas Biotit, grüner Hornblende und Quarz (als zuletzt zur Ausscheidung gekommenes Mineral) dar. Hier und da ganz kleine Magnetitkörnchen.

Alle Mineralien erscheinen überhaupt in stark zerfressener Form, ausser der letzten Plagioklasausscheidung, welche gegen Quarz scharf automorph in selbständigen Formen auftritt. Von Amphibolkörnchen und Biotitfetzen sieht man nur die kleinsten Auflösungsreste oder ausserordentlich stark zerfressene Formen. Der Schalenbau der Plagioklase ist so scharf zum Vorschein gekommen, wie es mir persönlich noch nicht aus eigener Beobachtung und nur aus der wissenschaftlichen Literatur zur Kenntniss kam[2]). Als Beispiele können die Taf. III, Figg. 8 und 9 abgebildeten zwei Plagioklase dienen (in der zweiten Figur ist nur ein Theil des betreffenden Krystalles abgebildet). Natürlich kommt das Object selbst viel complicirter zur Beobachtung, als dies aus den Figuren zu ersehen ist.

Besonders scharf ist in der Fig. 8 der Kern von der äussersten Hülle getrennt. Die Trennungslinie erscheint in zerfressener Form. Aber sogar in dem grossen Kerne selbst kommt schwächer ausgedrückter Schalenbau zum Vorschein. Der Krystall ist grösstentheils mit Quarz (*Q* in der Figur) in Berührung (in anderen und zwar den meisten Fällen sieht man an dieser Berührungslinie viel besser ausgeprägte automorphe Krystallisation). Der näheren Untersuchung wurden die Stellen unterworfen, welche durch die Ziffern 1, 2, 1′ und 2′ bezeichnet worden sind. Die ungewöhnliche Frische des Krystalles (wie des Gesteines überhaupt) hat zu sehr genauen Resultaten geführt, welche man aus der Taf. IV ersieht.

1) Eigentlich aus deren Nachbarschaft (Nr. 22).

2) Wie man aus dem Folgenden ersieht, kommt der beschriebene Fall demjenigen sehr nahe, welcher von Hrn. Michel Lévy in seiner »Étude sur la détermination des Feldspaths«, 2me fascicule, p. 93—96 beschrieben und durch Photographien (pl. XIX) illustrirt wurde (Ref. diese Zeitschr. **29**, 692).

Auf Grund dieses Diagramms erhält man für 1 und 2 dieselben charakteristischen Bestimmungszahlen 44, $59\frac{1}{2}$, $60\frac{1}{2}$, welche einem Albitzwilling Nr. 75, und für 1′ und 2′ ebenfalls gleiche charakteristische Bestimmungszahlen $9\frac{1}{2}$, $80\frac{1}{2}$, $88\frac{1}{2}$, welche einem Albitzwilling Nr. 28 entsprechen. Die Umhüllungszone steht also einem typischen Oligoklas sehr nahe, und gerade solche Plagioklasglieder lassen sich fast direct bestimmen und zwar infolge davon, dass in der optischen Orientirung beider Zwillingsindividuen nur eine sehr kleine Verschiedenheit zur Beobachtung kommt, was auch hier ganz scharf in die Augen springt. Der Kern steht dem typischen Bytownit sehr nahe oder kann als ein saureres Glied der Anorthitreihe aufgefasst werden. So starker Unterschied in der Zusammensetzung einzelner Schalen war mir bis jetzt unbekannt. Daraus wird das Zerfressen des Kernes in der Zeit der Anlagerung der Oligoklastheilchen begreiflich.

Während des Erstarrens dieses Magmas haben also die grossartigsten Aenderungen in der Zusammensetzung stattgefunden. Daraus erklärt sich auch die ungewöhnlich hohe Auflösung der früher ausgeschiedenen Mineralien Amphibol und Biotit.

Es wäre hier am Platze zu erwähnen, dass in der nächsten Nachbarschaft saurere Erstarrungsgesteine vorherrschen (übrigens stark metamorphosirt zu einem dem Greisen ähnlichen Gesteine), welche durch eine Anzahl basischer Gänge (Epidiorite) durchsetzt werden. In derselben Gegend sind aber stark basische Gesteine mit höchst seltsamem mineralischem Bestande[1]) constatirt worden. Das bei dem Beginne der Erstarrung sehr basische Magma wurde also später so stark durch saure Beimengungen angereichert, dass endlich sogar Quarz zur selbständigen Ausscheidung kam.

Es ist noch zu betonen, wie dies von selbst aus dem Diagramm Taf. IV hervorgeht, dass bei der Neuausscheidung des Oligoklases die krystallographische Orientirung vollständig erhalten blieb, und trotzdem sieht man keine Spur von optischen Anomalien an den der Untersuchung unterworfenen Stellen. Es wurde aber schon früher[2]) darauf hingewiesen, dass die optischen Anomalien der Plagioklase sich nur auf sehr dünne Schichten von verschiedener Zusammensetzung erstrecken, also hier nur in nächster Umgebung der zerfressenen Linie zu erwarten wären, und gerade an solchen Stellen würde die genauere optische Untersuchung unausführbar gewesen sein.

Noch lehrreicher erwies sich die Untersuchung des zweiten Krystalles (Taf. III, Fig. 9).

1) In einem Gesteine wurde von mir die Zusammensetzung: Plagioklas Nr. 55—75, dunkler Granat und Aegirin, in dem anderen, feldspathfreien, die Combination: Wollastonit, dunkler Granat und wenig Vesuvian constatirt.

2) Diese Zeitschr. **31**, 579.

Es tritt in demselben von Anfang an eine sehr zerfressene Mittelzone hervor, welche durch z bezeichnet worden ist und sich durch ansehnlich grössere Lichtbrechung auszeichnet. In diesem Krystalle erweist sich, im Gegensatze zu dem vorigen, dass der innere Kern mit der äusseren Hülle in optischer Hinsicht nicht nur ganz genau gleich orientirt ist, sondern auch zugleich substantiell identisch ist. Die beiden sind sehr stark durch dünnste Zwillingslamellen durchsetzt; aber schon die nahe Orientirung beider Zwillingsindividuen lässt vermuthen, dass ein dem Oligoklas nahe stehender Plagioklas vorliegt.

Die genaue optische Untersuchung ergab das Diagramm Taf. V (in welches aber die durch 2 bezeichnete Schicht nicht mit aufgenommen wurde).

Dieses Diagramm giebt folgende charakteristische Bestimmungszahlen: für 1 und 2: 85, 63, 28, was der Nr. 30 und zwar einem zusammengesetzten Zwillingsgesetze entspricht. Ist einmal die Zwillingsaxe bestimmt, so ist zur Bestimmung der Zone z eine einzige optische Untersuchung genügend, und die charakteristischen Zahlen für diese Zone ergeben sich aus demselben Diagramm wie folgt: 68, $29\frac{1}{2}$, $72\frac{1}{2}$, was ca. Nr. 73 entspricht[1]).

Die Resultate der Untersuchung dieses Krystalles stimmen mit denen des ersten bis fast zur Identität überein, was eigentlich auch a priori zu erwarten war, da die ausgeschiedenen Krystalle für die geologischen Verhältnisse bei der Entstehung des Gesteins charakteristisch sein müssen.

Nun kommt aber ein scheinbarer Widerspruch zum Vorschein.

Eben auf Grund der an dem ersten Krystalle aufgestellten Untersuchung wurde constatirt, dass in dem ersten Stadium der Erstarrung das Magma sehr basisch sein musste und den Plagioklas Nr. 75 ausschied. Jetzt sieht man aber im Kerne Nr. 30. Was soll das bedeuten?

Ich glaube, dass einfach eine nähere Betrachtung der Fig. 9 diesen Widerspruch ganz genügend aufklärt. Man sieht nämlich die Schicht z von beiden Seiten stark zerfressen, und von beiden Seiten wurden schliesslich dieselben Plagioklasglieder gebildet. Es ist also dieser Krystall nicht anders zu deuten, als dass derselbe anfänglich einen einheitlichen Plagioklas Nr. 73 dargestellt hatte; nachdem aber das Gestein durch saurere Bestandtheile gesättigt war, begann der Auflösungsprocess, welcher hier jedoch nicht nur an der Peripherie des Krystalls gewirkt hat, sondern in das Innere desselben eingedrungen ist und zur Entstehung einer eigenthümlichen Pseudomorphose von Oligoklas nach Anorthit geführt hat. Man sieht zugleich in ziemlich grosser Anzahl die letzten Reste der aufgelösten grünen Hornblende im neu gebildeten Oligoklas eingeschlossen.

---

1) Die Untersuchung der Schicht 2 ergab Nr. 40.

Ich will nicht unterlassen, sogleich auf zwei aus Beobachtungen dieser Art hervorgehende Schlüsse aufmerksam zu machen.

Einerseits werden dadurch die besondere Bedeutung und die Vorzüge der optischen Analyse in voller Entfaltung klargelegt. Hätten wir die chemische Analyse der Plagioklase solcher Gesteine ausgeführt, so würden wir etwa Labrador Nr. 50 bestimmt haben, also gerade ein Glied der Plagioklasreihe, von welchem in Wirklichkeit keine Spur vorhanden ist. Zugleich würde der falsche Schluss gezogen worden sein, dass mit dem Labradorit die Ausscheidung von primärem Quarz vereinbar sei, was in der That jeder genauen Beobachtung widerspricht.

Andererseits sind Beobachtungen dieser Art für die petrographische Classification von besonderer Tragweite. Sie sprechen mit völliger Beweiskraft gegen die jetzt herrschende Tendenz, die Classification der Eruptivgesteine direct auf die Resultate der Bauschanalyse zu gründen. In dieser Hinsicht würden derartige anomale Gesteine mit solchen normalen für identisch erklärt werden, mit welchen sie vielleicht kein einziges Mineral gemeinsam haben. Denjenigen allgemeinen Gründen, welche von mir in den Arbeiten der letzten Jahre gegen die herrschenden Ansichten aufgestellt wurden, gesellen sich hierdurch auch Thatsachen von ganz specieller Natur hinzu. Hiermit ist zugleich die Nothwendigkeit der besonderen Abgliederung der normalen Eruptivgesteine noch klarer zu Tage getreten.

IX. Beitrag zur Universalmethode. Zur Bestimmung der Doppelbrechung.

Von

W. Nikitin in St. Petersburg.

(Mit 2 Textfiguren.)

Unter den stets durchzuführenden Operationen der Universalmethode befindet sich die Operation der Deckung zweier von drei Ellipsoidaxen mit der immobilen Axe J des Universaltischchens.

Durch eine Reihe von Neigungen um diese Axe ist es immer möglich, eine Reihe Messungen der Doppelbrechung auszuführen, welche verschiedenen, durch die erwähnte Axe hindurchgehenden Ellipsoidschnitten resp. Ellipsen entsprechen.

Unter diesen Schnitten kommt nothwendig auch ein Hauptschnitt des Ellipsoids vor. Dieser Schnitt gehört einer Symmetrieebene desselben an und enthält zwei von seinen Hauptaxen. Dabei ist aber der längere durch die Wellenebene im Krystall zurückgelegte Weg nicht unberücksichtigt zu lassen und die betreffende Correction auszuführen[1]).

Oft kommt es sogar vor, dass alle drei Hauptschnitte des Ellipsoids in die zur Mikroskopaxe senkrechte Lage gebracht werden können, und dann sind drei respective Doppelbrechungsgrössen direct messbar.

Auch für die einaxigen Krystalle ist die directe Messung der Doppelbrechung in allen Fällen durchführbar, ausser wenn die Rotationsaxe des Ellipsoids mit der Schliffnormale einen kleineren Winkel als 30° bildet, da bei noch geringerem Winkel die Messung schon nicht mehr genau sein würde.

Das dieser Abhandlung gesteckte Ziel ist die Verallgemeinerung in der Ausführung der Operationen dieser Art für alle möglichen Fälle mit Rücksicht auf die genügende Genauigkeit der betreffenden Messungen.

---

1) Vergl. diese Zeitschr. **26**, 246 und **29**, 613.

Es sei von den drei Hauptaxen des optischen Ellipsoids n_g, n_m und n_p die mittlere mit der Axe J zur Deckung gebracht worden. Durch Neigung des Präparates erhalten wir eine Reihe Ellipsen, welche sämmtlich durch eine und dieselbe Hauptaxe n_m ausgezeichnet sind, während die anderen Hauptaxen die veränderlichen, zwischen n_g und n_p befindlichen Radienvectoren der Ellipse sind, welche der optischen Axenebene entspricht.

Bezeichnen wir diese veränderliche Grösse durch ϱ und den mit n_g gebildeten Winkel dieser Radien durch φ. Die Gleichung der betreffenden Ellipse in Polarcoordinaten wird alsdann:

$$\frac{\varrho^2 \cos^2 \varphi}{n_g^2} + \frac{\varrho^2 \sin^2 \varphi}{n_p^2} = 1. \tag{1}$$

Bezeichnen wir noch $n_g - n_p$ durch m und $\varrho - n_p$ durch p. Durch die Einführung von m und p und Elimination von ϱ und n_p erhält die Gleichung (1) die Form

$$\begin{aligned} n_g^4 - 2n_g^3 m - n_g^2 (n_m + m + p)(n_m - m + p) \\ + 2n_g m (n_m + p)^2 \cos^2 \varphi - m^2 (n_m + p)^2 \cos^2 \varphi = 0. \end{aligned}$$

Durch die Wiederholung der Beobachtungen für verschieden geneigte Lagen erhalten wir eine Reihe solcher Gleichungen. Im Besonderen ist auch eine solche Neigung zulässig, für welche $p = 0$.

Diese Gleichung ist aber zu complicirt für praktische Zwecke. Dazu kommt noch, dass es überhaupt nicht auf zu grosse Genauigkeit in der Auflösung ankommt, da in den allermeisten Fällen die Grösse der Doppelbrechung viel unter 0,1 der Grösse der mittleren Brechung steht; das Ellipsoid nähert sich in solchem Grade der Sphäre, dass die betreffende Function praktisch durch eine andere, einfachere ersetzt werden kann.

Es möge derselben Gleichung (1) die Form

$$\varrho - n_p = (n_g - n_p) \cos^2 \varphi \cdot \frac{\varrho^2 (n_g + n_p)}{n_g^2 (\varrho + n_p)} = M (n_g - n_p) \cos^2 \varphi \tag{2}$$

gegeben werden, indem M gleich dem direct einzusetzenden Factor gesetzt wird. Dieser Factor ist in allen Fällen der Einheit angenähert gleich und wird ihr bei $\varrho = n_g$ genau gleich. Seine minimale Grösse nimmt er an, wenn $\varrho = n_p$ d. h.

$$M_{\text{min.}} = \frac{n_p^2}{n_g^2} \frac{(n_g + n_p)}{2 n_p} = \frac{n_p}{n_g} \frac{n_g + n_p}{2 n_g}.$$

Diese Grösse hängt von der Grösse der Doppelbrechung des gegebenen Minerals und von dessen mittlerer Brechung ab, wie man dies aus der folgenden Tabelle ersieht:

	$n_g - n_p$	n_g	$M_{\text{min.}}$
Rutil	0,287	2,903	0,857
Calcit	0,172	1,658	0,850
Muscovit	0,042	1,613	0,961
Epidot	0,038	1,768	0,968
Hornblende gew.	0,023	1,653	0,979
Augit	0,022	1,728	0,981
Quarz	0,009	1,553	0,992

Man sieht, dass für alle Mineralien, deren Doppelbrechung diejenige des Muskovits nicht übertrifft, M gleich 1 gesetzt werden kann. In der That erhält die angegebene Grösse diesen Factor nur für den Fall $\varphi = 90^0$, d. h. $\cos \varphi = 0$.

In diesem Falle nimmt der Fehler die Grösse 0 an. Er erhält einen positiven Werth nur für die zwischen den Grenzen 0 und 90⁰ liegenden Bedeutungen von φ.

Stellen wir die Tabelle zusammen für die, verschiedenen Grössen von φ entsprechenden, Bedeutungen $\varrho - n_p$ für Calcit. In der ersten Zeile sind die nach der Formel $(n_g - n_p) \cos^2 \varphi$ und in der zweiten die genauen Werthe gegeben:

ϱ	0⁰	10⁰	20⁰	30⁰	40⁰	45⁰	50⁰	60⁰	70⁰	80⁰	90⁰
$\varrho - n_p$	0,172	0,167	0,152	0,129	0,101	0,086	0,075	0,043	0,020	0,005	0,000
-	0,172	0,166	0,148	0,125	0,094	0,079	0,064	0,039	0,017	0,004	0,000
ε	0,000	0,001	0,004	0,004	0,007	0,007	0,007	0,004	0,003	0,001	0,000

Der Maximalfehler entspricht dem Werthe von beinahe 45⁰. Demselben Werthe von φ entsprechend erhalten wir für Rutil $\varepsilon_{\text{max.}} = 0{,}011$ und für Muscovit 0,0005. Die letzte Grösse ist eine zu vernachlässigende. Um so mehr ist dieselbe für die Mineralien mit geringerer Doppelbrechung zu vernachlässigen.

Also nur für sehr wenige Mineralien, deren Doppelbrechung diejenige des Muscovits übertrifft, brauchen wir bei der Anwendung der angegebenen Formel den Correctionsfactor k zu berücksichtigen, indem

$$k \text{ gleich } 1 - (1 - M_{\text{min.}}) \frac{\varphi}{90^0} \tag{3}$$

gesetzt wird.

Der Deutlichkeit wegen wollen wir die Werthe von k, welche nach dieser Formel sich berechnen lassen, mit denjenigen, welche sich direct aus dem Verhältnisse der angegebenen Zahlen der Tabellen ergeben, tabellarisch zusammenstellen:

φ	10⁰	20⁰	30⁰	40⁰	50⁰	60⁰	70⁰	80⁰
k (aus dem Verh.)	0,995	0,98	0,96	0,93	0,905	0,90	0,86	0,85
k (aus der Formel 3)	0,982	0,964	0,950	0,928	0,917	0,904	0,880	0,868

Demgemäss können wir für alle möglichen Fälle die Gleichung

$$\varrho - n_p = k\,(n_g - n_p)\cos^2\varphi \tag{4}$$

benutzen.

Nach der Ausführung von zwei Messungen (unter Beibehaltung der Coïncidenz der Axe n_m mit J) erhalten wir zwei Doppelbrechungsgrössen p_1 und p_2, und zugleich die Gleichungen:

$$\left.\begin{array}{l} p_1 = n_p + k_1\,(n_g - n_p)\cos^2\varphi_1 - n_m = k_1\,(n_g - n_p)\cos^2\varphi_1 - (n_m - n_p) \\ \text{und} \\ p_2 = n_p + k_2\,(n_g - n_p)\cos^2\varphi_2 - n_m = k_2\,(n_g - n_p)\cos^2\varphi_2 - (n_m - n_p) \end{array}\right\} \tag{5}$$

Daraus

$$n_g - n_p = \frac{p_1 - p_2}{k_1\cos^2\varphi_1 - k_2\cos^2\varphi_2}\,. \tag{6}$$

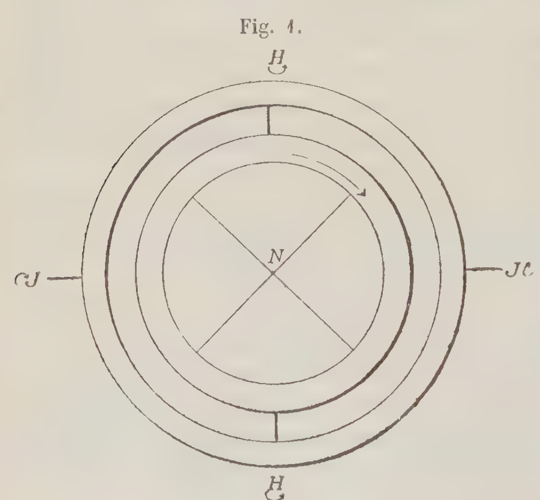
Im Besonderen für $k_1 = k_2 = 1$

$$n_g - n_p = \frac{p_2 - p_1}{\sin(\varphi_1 + \varphi_2)\sin(\varphi_1 - \varphi_2)}\,. \tag{6'}$$

Diese Formeln (6) resp. (6′) behalten ihre Gültigkeit für sämmtliche Fälle. Anstatt n_m kann man begreiflicherweise auch n_g resp. n_p zur Coïncidenz mit J bringen und demgemäss die angegebenen Formeln präcisiren, indem man $n_g - n_m$ resp. $n_m - n_p$ berechnet.

Da es aber auch stets möglich ist, mittelst des Universaltischchens zwei der Ellipsoidhauptaxen mit J in Coincidenz zu bringen, so wird dadurch augenscheinlich gemacht, dass in allen Fällen sämmtliche drei Differenzen $n_g - n_m$, $m_m - n_p$, $n_g - n_p$ bestimmbar sind.

Fig. 1.

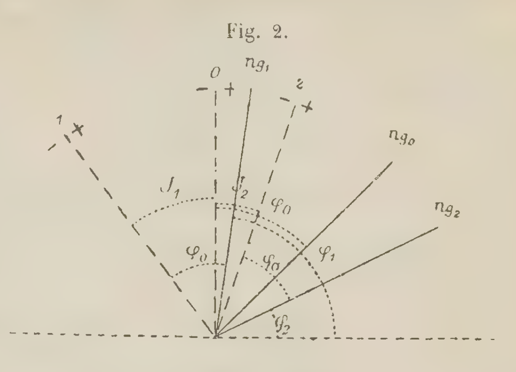


Es möge noch den Formeln (6) und (6′) bequemere rechnerische Fassung gegeben werden.

Die Coincidenz der Axe n_m mit J (Fig. 1) wird stets durch Neigung um die Axe H mit gleichzeitiger Drehung um die Axe N erreicht. Bezeichnen wir den zugehörigen Neigungswinkel durch H, und die beiden respectiven Winkel der Neigung um J durch J_1 und J_2. Die Polardistanz [1]) der Axe n_g bei horizontaler Lage des Präparates bezeichnen wir durch φ_0.

1) Wie wir den Winkel einer beliebigen Richtung mit der Mikroskopaxe nennen wollen.

Aus der Fig. 2 ist ersichtlich, dass die Winkel φ_1, φ_2 u. s. w., welche in die Formeln (6) einzuführen sind, gleich sind: $90^0 - (\varphi_0 - J_1)$, $90^0 - (\varphi_0 - J_2)$ u. s. w.



Das Vorzeichen hängt von der Drehrichtung ab.

Indem wir in die betreffenden Formeln noch die von der Neigung abhängige Correctionsgrösse einführen, erhalten wir:

$$n_g - n_p = \frac{(p_1 \cos J_1 - p_2 \cos J_2) \cos H}{k_1 \sin^2 (\varphi_0 - J_1) - k_2 \sin^2 (\varphi_0 - J_2)}. \tag{7}$$

Bei $k_1 = k_2 = 1$:

$$n_g - n_p = \frac{(p_1 \cos J_1 - p_2 \cos J_2) \cos H}{\sin(2\varphi_0 - J_1 - J_2) \sin(J_2 - J_1)}.$$

Da k stets eine der Einheit angenäherte Zahl ist, so können wir für diejenigen Fälle, in welchen die Differenz zwischen $\varphi_0 - J_1$ und $\varphi_0 - J_2$ nicht sehr gross ist, $k_1 = k_2 = \frac{k_1 + k_2}{2} = k'$ setzen, und erhalten dann

$$n_g - n_p = \frac{(p_1 \cos J_1 - p_2 \cos J_2) \cos H}{k' \sin (2\varphi_0 - J_1 - J_2) \sin (J_2 - J_1)}. \tag{8}$$

In diese Formeln können wir direct die Ablesungszahlen der beiden Theilkreise des Universaltischchens einführen[1]).

Gewöhnlich sind dabei die einfacheren particulären Fälle zu berücksichtigen.

Für $J_2 = 0$ haben wir

$$n_g - n_p = \frac{(p_2 - p_1 \cos J_1) \cos H}{k' \sin (2\varphi_0 - J_1) \sin J_1}. \tag{8a}$$

Für $J_1 = -(90^0 - \varphi_0)$ resp. φ_0 haben wir

$$n_g - n_p = \frac{(p_1 \sin \varphi_0 - p_2) \cos H}{k' \cos^2 \varphi_0}$$

resp.

$$n_g - n_p = \frac{(p_1 \cos \varphi_0 - p_2) \cos H}{k_2 \sin^2 \varphi_0}. \tag{8b}$$

(8b)[2])

---

1) Natürlich corrigirt dem mittleren Brechungsindex gemäss, nach dem Correctionsdiagramm diese Zeitschr. **26**, Taf. IV, Fig. 3.

2) Die Glieder $p_1 \sin \varphi_0 \cos H$ und $p_1 \cos \varphi_0 \cos H$ sind dabei gleich $n_g - n_m$ resp. $n_m - n_p$ und $k' = \frac{1 + k_2}{2}$.

Betrachten wir noch den Fall $J_2 = 0$, $p_1 = 0$.

Wenn $p_1 = 0$, so bedeutet dies, dass eine der optischen Axen sich mit der Mikroskopaxe deckt. Bezeichnen wir den von dieser Axe mit n_p gebildeten Winkel durch V, so ist

$$V = 90^0 - (\varphi_0 - J_1), \qquad J_1 = 90^0 - (\varphi_0 + v)$$

und

$$n_g - n_p = \frac{p_2 \cos H}{k' \cos(\varphi_0 + V) \cos(\varphi_0 - V)}. \tag{8c}$$

Für den Fall $J_1 = -(90^0 - \varphi_0)$ resp. $= \varphi_0$ erhalten wir

$$n_g - n_p = \frac{(p_1 \sin \varphi_0 - p_2 \cos J_2) \cos H}{k' \cos^2(\varphi_0 - J_2)}$$

resp.

$$n_g - n_p = \frac{(p_2 \cos J_2 - p_1 \cos \varphi_0) \cos H}{k_2 \sin^2(\varphi_2 - J_2)}. \tag{8d}$$

Ist dabei noch $p_2 = 0$, so haben wir

$$n_g - n_p = \frac{p_1 \sin \varphi_0 \cos H}{k' \sin^2 V}$$

resp.

$$n_g - n_p = \frac{-p_1 \cos \varphi_0 \cos H}{k_2 \cos^2 V}. \tag{8e}$$

Für den Fall $J_2 = -J_1$ haben wir

$$n_g - n_p = \frac{(p_2 - p_1) \cos J_1 \cos H}{k' \sin 2\varphi_0 \sin 2J_1}. \tag{8f}$$

Die Doppelbrechungsgrössen $n_g - n_m$ und $n_m - n_p$ lassen sich direct bei $J = 90^0 - \varphi_0$ resp. $J = -\varphi_0$ beobachten. Zieht man dabei die geneigte Lage des Präparates in Betracht, so ergiebt sich

$$n_g - n_m = p' \cos J \cos H.$$

Wie aus den Formeln (8c) und (8e) ersichtlich ist, gestattet die Kenntniss des Axenwinkels V, sich mit einer einzigen Messung zu begnügen.

Natürlich sind die angegebenen Formeln nur dann direct anwendbar, wenn J sich mit der Axe n_m deckt. Unter derselben Bedingung lässt sich auch die Bestimmung des Axenwinkels ausführen. Dieser Fall tritt z. B. ein, wenn der Axenwinkel sehr klein ist, und die beiden Axen mit der Schliffebene kleine Winkel bilden, aber die Axenebene $n_g n_p$ noch zur Beobachtung zu bringen ist.

Für diesen speciellen Fall erhalten die Formeln (8c) die Form

$$J_2 = 0^0; \quad \cos V = \sqrt{\frac{p_2 \cos H}{k' (n_g - n_p)} + \sin^2 \varphi}, \tag{8c'}$$

und die Formel (8e) die Form

$$\left.\begin{array}{ll} J_1 = -(90^0 - \varphi_0); & \sin V = \sqrt{\dfrac{p_1 \sin \varphi_0 \cos H}{k' (n_g - n_p)}} \\ J_2 = \varphi_0; & \cos V = \sqrt{\dfrac{p_1 \cos \varphi_0 \cos H}{k_2 (n_g - n_p)}}. \end{array}\right\} \quad (8c')$$

In Anbetracht der Gleichheiten $p_1 \sin \varphi_0 \cos H = n_g - n_m$ und $p_2 \cos \varphi_0 \cos H = n_m - n_p$ erhalten dieselben Formeln noch die Form

$$\frac{n_g - n_m}{n_g - n_p} = k' \sin^2 V; \quad \frac{n_m - n_p}{n_g - n_p} = k_2 \cos^2 V; \quad \frac{n_g - n_m}{n_m - n_p} = \frac{k'}{k_2} \operatorname{tang}^2 V. \quad (9)^{1)}$$

	$2V$	n_m	$n_g - n_p$	$\Delta = \frac{n_g - n_m}{n_m - n_p}$	$\Delta = \operatorname{tg}^2 V$
Talk	—7⁰	1,55	0,038—0,054	—	0,00
Meroxen	—0⁰—10⁰	—	0,044	—	0—0,01
Pennin	±0 —10	—	0,003	—	0,01-0-∞-110
Herschelit	—0 —18	1,46	—	—	0—0,03
Aragonit	—18⁰	1,681	0,155	0,03	0,03
Vermiculit	—20	—	0,068	—	0,03
Arvfedsonit	—	1,707	0,021	0,05	—
Dumortierit	—30	1,65	0,010	—	0,07
Muscovit	—30⁰—60⁰	1,610	0,042	0,08	0,07—0,33
Clintonit	— 0 —20	1,657	0,012	0,09	0,03
Autunit	—30⁰	1,575	0,024	0,09	0,07
Antigorit	—20	1,570	0,011	0,1	0,03 ?
Mesolith	—35	—	0,008	—	0,10
Skolezit	—36	—	0,008	—	0,10
Leukophan	—44	1,591	0,024	0,14	0,17
Glaukophan	—42	—	0,022	—	0,15
Anorthoklas	—56	1,529	0,007	0,17	0,29 ?
Eudnophit	—45	1,49	—	—	0,17
Wollastonit	—40	1,633	0,014	0,17	0,14
Grünerit	—50	1,73	0,056	—	0,21
Lazulith	—69	1,632	0,036	0,24	0,45 ?
Epistilbit	—44	1,510	0,010	0,25	0,17
Amblygonit	—50⁰—55⁰	1,593	0,019	0,27	0,23
Fayalit	—55⁰	—	0,049	—	0,27
Hypersthen	—65⁰—85⁰	1,702	0,013	0,30	0,4—0,85?
Karpholith	—60⁰	1,627	0,022	—	0,33
Sapphirin	—65	—	0,009	—	0,40 ?
Allanit	—67	1,78	0,032	—	0,44

1) $k' = \frac{1 + k_2}{2}$, wo k_2 sich nach Formel (3) berechnen lässt ($\varphi = V$).

	$2V$	n_m	$n_g - n_p$	$\Delta = \frac{n_g - n_m}{n_m - n_p}$	$\Delta = \text{tg}^2 V$
Herderit	—67	1,612	0,029	0,45	0,44
Gedrit	—50°—80°	—	0,024	—	0,21—0,71
Stilbit	—33°	1,498	0,006	0,50	—
Aktinolith	—80	1,627	0,025	0,56	0,71 ?
Datolith	—74° (71°)[1]	1,654	0,044	0,57 (0,52)	0,57 (0,52)
Epidot	—44° (—65°)[2]	1,754	0,038	0,58	(0,40) 0,17 ?
Hornblende (basaltische)	—80°	1,725	0,072	0,60	0,71
Rhodonit	—76	1,73	0,010	—	0,61
Wöhlerit	—74	1,716	0,026	0,62	0,57
Harmotom	+43	1,506	0,005	0,66	6,4 ?
Danburit	90	1,630	0,007	0,75	1,0
Andesin	—	1,553	0,007	0,75	—
Cordierit	—40°—84°	1,536	0,007	0,75	0,14—0,82
Orthoklas	—70°	1,523	0,007	0,75	0,5
Axinit	—71°—74°	1,677	0,009	0,8	0,53
Montebrasit	—60 —90	1,611	0,020	0,82	0,33—1,0
Andalusit	—84°	1,638	0,011	0,83	0,82
Richterit	—80	1,63	0,024	0,85	0,71
Hornblende (gemeine)	—84	1,642	0,023	0,92	0,82
Tremolit	— 80°—88°	1,621	0,027	0,93	0,71—0,93
Mikroklin	—83°	1,526	0,006	1,00	0,78
Perowskit	±90	2,35	0,006	—	1,0
Oligoklas	—	1,538	0,008	1,00	—
Aegirin	±90	1,808	0,052	—	1,0
Staurolith	+88	1,741	0,010	1,00	1,1
Petalit	+84	1,510	0,012	1,00	1,2
Disthen	—82	1,720	0,016	1,00	0,75
Olivin	+87	1,678	0,036	1,12	1,1
Enstatit	+80	1,669	0,009	1,25	1,4
Diaspor	+84	1,722	0,048	1,40	1,2
Labradorit	—	1,557	0,008	1,66	—
Anorthit	—	1,566	0,013	—	—
Anthophyllit	+50°—80° (72°)[3]	1,642	0,024	1,66 (1,9)[3]	1,4—4,6 (1,9)[3]
Triphan	+54°—60°	1,666	0,016	1,67	3,0—3,9 ?
Humit	—	1,619	0,032	1,67	—

1) Datolith von den Turjinsk'schen Gruben.

2) Epidot des Bogoslowsk'schen Bergreviers nach E. v. Fedorow, Die Mineralien des Bogoslowsk'schen Bergreviers. Annuaire géologique et minéralogique de la Russie 1899, Vol. III, Liv. 7.

3) Anthophyllit des Bogoslowsk'schen Bergreviers.

	$2V$	n_m	$n_g - n_p$	$\varDelta = \frac{n_g - n_m}{n_m - n_p}$	$\varDelta = tg^2 V$
Pargasit	+58°—60°	1,620	0,019	1,71	3,1 ?
Ardennit	+69°	—	0,020	—	2,1
Prehnit	+66	1,626	0,033	2,30	2,3
Augit	+60°—68°	1,712	0,022	2,66	2,6
Klinochlor	+ 0 —55	1,588	0,011	2,67	3,7—∞ ?
Babingtonit	+60 —65	—	0,032	—	2,8
Albit	—	1,534	0,008	3,00	—
Natrolith	+58°	1,480	0,012	3,00	3,3
Diopsid	+59	1,678	0,029	3,14	3,15
Mosandrit	+56	1,75	0,009	—	3,5
Gyps	+58	1,522	0,009	3,5	3,3
Thomsonit	+35	1,503	0,028	3,66	11,6 ?
Topas	+62	1,613	0,010	4,00	2,8 ?
Wavellit	+50	1,526	0,025	—	4,6
Euklas	+50	1,655	0,019	5,33	4,6
Chloritoid	+45	1,718	0,015	—	5,7
Heulandit	—	1,499	0,007	6,00	—
Tridymit	+38°—43°	1,428	—[1])	—	6,5—8,1
Cossyrit	+39°	—	—	—	7,8
Gismondin	+40	1,52	0,008	—	7,4
Cymophan	+44	1,748	0,009	8,00	6,1 ?
Hydrargillit	+0°—40°	1,59	0,019	—	∞—7,4
Sillimanit	+25°	1,661	0,021	9,50	20 ?
Baryt	+35	1,637	0,011	10,00	9,5
Diallag	+54	1,681	0,024	11,00	3,9 ?
Wagnerit	+26	1,570	0,013	12,00	19 ?
Chrysotil	+30	—	—	—	14
Göthit	+26	1,80	—	—	19
Sphen	+23°—34°	1,894	0,121	19,17	10—20
Zoisit	+12 —28	1,696	0,006	∞ ?	16—98
Monazit	+15°	—	—	—	49

Die Formeln (9) gestatten die Beobachtungsgrössen des Axenwinkels und der Doppelbrechung zu verificiren. Im ungünstigsten Falle geben doch die beobachteten Grössen uns ein Mittel zur vergleichenden Bestimmung des betreffenden Minerals in die Hand.

Obgleich die jetzt gebräuchlichen Verfahren der Messung der Doppelbrechung von keiner besonderen Feinheit sind, giebt uns doch der Vergleich des unmittelbar bestimmten Axenwinkels und die Grösse der Doppel-

1) Nach M. Lévy $n_m - n_p = 0{,}017$?.

brechung für die stark doppeltbrechenden Mineralien gute Rechenschaft über die möglichen Ungenauigkeiten der Messungen.

Als Beispiel dieser will ich die an einem Datolithpräparate von der Bogoslowsk'schen Kupfergrube angestellten Beobachtungen besprechen.

Im Dünnschliffe kommt ein Zwilling zur Beobachtung. In jedem Individuum lässt sich allein die Fläche $n_g n_p$ gut bestimmen. Für das erste Individuum erwies sich ferner als möglich, auch die beiden anderen Hauptebenen des optischen Ellipsoids, und für das zweite nur die Ebene $n_m n_p$ zu bestimmen. Die starke Dispersion macht aber beide Bestimmungen sehr ungenügend. Trotzdem erwiesen sich die Resultate als recht befriedigend, da diese Ebenen wirklich beinahe rechtwinklig herauskommen. Eine sehr unvollkommene directe Axenwinkelbestimmung ergab für das erste Individuum -63^0 und für das zweite -75^0. Für jedes Individuum erwies sich die directe Bestimmung je einer einzigen Axe als möglich, während die anderen mit der Schliffebene kleine Winkel bildeten. Die vom Verf. der Universalmethode vorgeschlagene Methode der Auslöschungscurven erwies sich in diesem Falle in Folge der kleinen Auslöschungswinkel wenig anwendbar, besonders da durch zahlreiche Risse grössere Neigung des Präparates unzulässig gemacht war.

Für das erste Individuum ergab sich

$$n_m - n_p = 8{,}8L \text{ und } n_g - n_m = 4{,}5L.$$ [1])

Dabei $\quad p_1 = 0 \qquad J_2 = -20^0 \qquad n_g - n_p = 11{,}9L$

nach der Form. (8c) $\begin{cases} n_1 = 0 & J_2 = -(90^0 - \varphi_0) & n_g - n_p = 19{,}8L \\ p_1 = 0 & J_2 = (\varphi_0) & n_g - n_p = 11{,}4L \end{cases}$

nach der Form. (8e)

$$J_1 = -(90^0 - \varphi_0) \quad J_2 = -20^0 \quad n_g - n_p = 14{,}2L$$

$$J = -(90^0 - \varphi_0) \quad J_2 = \varphi_0 \quad n_g - n_p = 13{,}3L$$

Mittelwerth $= 14L$

Die grössten Abweichungen erwiesen sich für die Anwendung der Formel (8c). Durch Vergleich lässt sich constatiren, dass der Grund davon in der fehlerhaften Bestimmung des Axenwinkels liegt.

Die Berechnung desselben vermittelst Formel (9) unter der Annahme $k_2 = k_1$, ergiebt $V = -70\frac{1}{2}^0$. Durch Einsetzen dieses Werthes in die angegebenen Formeln und für verschiedene Werthe von φ_0 unter Anwendung der Gleichheit $V = 90^0 - (\varphi_0 - J)$ erhalten wir für sämmtliche Werthe fast genau eine und dieselbe Grösse $n_g - n_p = 13{,}3L$.

---

1) Die Messung der Doppelbrechung geschah vermittelst des Fedorow'schen Glimmercompensators; dabei bezeichnet L die durch Calibrirung festgesetzte Einheit, welche der ersten Stufe des Compensators entspricht.

Für das zweite Individuum giebt die directe Messung $n_m - n_p = 8{,}3L$, und unter Anwendung

der Formel (8b) $J_1 = \varphi_0$ $J_2 = 0$ $n_g - n_p = 14{,}4L$
der Formel (8e) $J_1 = \varphi_0$ $p_2 = 0$ $n_g - n_p = 13{,}2L$
der Formel (8c) $J_1 = 0$ $p_2 = 0$ $n_g - n_p = 13{,}2L$
Mittelwerth $= 13{,}6L$

Der Vergleich der Formeln (8b) und (8e) giebt uns zur Verification der Beobachtungswinkel:

$$\frac{\sin \varphi_0}{\cos V} = \sqrt{\frac{p_2 \cos H}{n_m - n_p} - 1}\,.$$

In Anbetracht der Gleichheit $V = 90^0 - (\varphi_0 - J)$ ergeben sich die Werthe von φ_0 und V als die Wurzeln einer quadratischen Gleichung. Als einfacheres Verfahren empfiehlt sich aber die directe Einsetzung der schon angenähert ermittelten Werthe; dadurch erhält man $n_g - n_p = 13{,}5L$, und $V = -71^0$.

Somit lässt sich die Doppelbrechung ziemlich gut, selbst in einem so ungünstigen Falle, erhalten.

Als einen anderen ungünstigen Fall betrachten wir noch den folgenden.

Zur Beobachtung dienten dünne Krystalle von Antophyllit[1]), welche auf den Rhomboëderflächen von Quarz auf- und theilweise eingewachsen waren. Die Krystalle sind so dünn, dass in dem 0,04 mm betragenden Dünnschliffe sämmtliche Flächen der entwickelten Zone ganz deutlich sichtbar sind. Der Krystall Nr. 3 stellt eine sehr dünne, im Quarz eingewachsene Platte, deren Doppelbrechung nur in geneigter Lage messbar wurde, dar, und diese Platte steht beinahe senkrecht zur Präparatebene; somit nahm an dieser Messung auch die Quarzsubstanz Theil.

Die Messungen ergaben Folgendes (wo $\varDelta$ anstatt $\frac{n_g - n_m}{n_m - n_p}$ steht).

	Nr. 1.	Nr. 2.	Nr. 3.
$2V$	$+70^0$	$+72\frac{1}{2}^0$	$+68^0$
$n_g - n_p$	$12{,}3L$	$13L$	$12L$
$n_g - n_m$	$7{,}9L$	$8{,}5L$	$8{,}4L$
$n_m - n_p$	$4{,}4L$	$4{,}5L$	3,6
$\varDelta$	1,8	1,9	2,3
$\tang^2 V$[2])	2,0	1,9	2,2
$\frac{\varDelta + \tang^2 V}{2}$	1,9	1,9	2,25

[1]) Welcher zuerst (1898) von Herrn Prof. E. v. Fedorow (Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, Vol. III, Liv. 7, p. 9) entdeckt und bestimmt wurde und zwar auf dem höchsten Gipfel des Berges Solotoi Kamen. Das hier zu behandelnde Material stammt aus einem zwei Werst davon entlegenen Orte des Bogoslowsk'schen Bergreviers. [2]) Der Winkel mit n_p.

Nur für den dritten Krystall ersieht man eine ansehnliche Abweichung.

In der S. 139 f. gegebenen Tabelle sind für sehr verschiedene Mineralien die Werthe für Δ und $\tang^2 V$ zusammengestellt (nach Michel Lévy und Lacroix, Minéraux des roches, 1888)[1].

Aus dieser Tabelle wird sofort ersichtlich, das die beobachteten und nach Formel (9) berechneten Werthe von Δ für sehr viele Mineralien ansehnlich auseinander gehen, so viele innere Widersprüche sind noch in den gebräuchlichsten Zusammenstellungen enthalten. Wollen wir einige Beispiele näher betrachten, in welchen diese Differenzen besonders gross sind. Es ist angegeben worden:

	Δ	$\tang^2 V$
für Epidot	0,58	0,17
- Harmotom	0,66	0,4
- Diallag	11,00	3,9

Die Berechnung nach der bekannten Formel

$$\tang V = \frac{n_g}{n_p} \sqrt{(n_m + n_p)(n_m - n_p)}$$

ergiebt:

	V	$\tang^2 V$
für Epidot	-74^0	0,57
- Harmotom	-78	0,66
- Diallag	$+34$	10

Daraus ersieht man, dass auch die Werthe von Δ sehr charakteristisch sind und mit Vortheil in die zur Bestimmung dienenden Tabellen aufgenommen werden können.

Was die angegebene Tabelle betrifft, so wirken die angezeigten Widersprüche sehr schädlich auf ihre Anwendung als einer Bestimmungstabelle. Ihre Umarbeitung würde so viele Zeit in Anspruch nehmen und eine so grosse Anzahl neuer Messungen erfordern, dass von der zutreffenden Herstellung derselben noch abzusehen ist, und gegenwärtig liegt es nur ob, auf ihre auffallende Unzulänglichkeit hinzuweisen.

Mit der Verminderung der Grösse des Axenwinkels wird die Bestimmung von Δ ungünstiger.

Wir wollen als Beispiel die Untersuchung eines Wollastonitschliffes aus der Kupfergrube Kedabek (Transkaukasien) durchführen. Dieses Mineral wurde von Herrn Prof. E. v. Fedorow daselbst constatirt, und der be-

---

1) Auf die in Bezug auf die Feldspäthe in den Beobachtungen von Hrn. Fouqué und den Diagrammen von Hrn. Michel Lévy eingeschlichenen inneren Widersprüche wurde schon seitens des Verfs. der Universalmethode in dieser Zeitschr. **27**, 349 und **29**, 614 hingewiesen. Uebrigens wurden durch die Diagramme in dieser Zeitschr. **29**, Taf. IX diese Verhältnisse schon früher graphisch repräsentirt.

treffende Dünnschliff speciell für diese Untersuchung dem Verfasser gütigst übergeben.

Dieser Untersuchung wurden vier Krystalle unterzogen.

Für den ersten ergab sich: $n_g - n_p = 13{,}2\,L$, $n_m - n_p = 11\,L$, $\varDelta = 0{,}2$, $2V = -42^0$ (bei ungünstigen Umständen), $\operatorname{tang}^2 V = 0{,}147$.

Für den zweiten als Mittel aus 7 Beobachtungen: $n_g - n_p = 9{,}2\,L$, $n_g - n_m = 0{,}83\,L$, $\varDelta = 0{,}09$, $2V = -39\frac{1}{2}^0$ (bei sehr günstigen Umständen), also $\operatorname{tang}^2 V = 0{,}114$.

Für den dritten ergab sich: $n_g - n_p = 9{,}87\,L$, $n_g - n_m = 0{,}9\,L$, $\varDelta = 0{,}91$, $2V = -40\frac{1}{2}^0$ (bei günstigen Umständen), also $\operatorname{tang}^2 V = 1{,}36$.

Endlich für den vierten ergab sich: $n_g - n_p = 10{,}3\,L$, $n_m - n_p = 9{,}1\,L$, $\varDelta = 0{,}116$, $2V = -44^0$ (bei ungünstigen Umständen), also $\operatorname{tang}^2 V = 1{,}63$.

Man sieht, wie bedeutend die Verschiedenheiten der Bestimmung von $\varDelta$ sind.

Für solche Mineralien empfiehlt sich die directe Messung des Axenwinkels, welcher unter günstigen Umständen (d. h. bei nicht zu grosser Distanz der optischen Axen) sich sehr befriedigend bestimmen lässt. So steht es z. B. mit der Bestimmung der Krystalle Nr. 2 und 3 (nach der früheren Bestimmung des Herrn Prof. E. v. Fedorow, dessen Diagramme mir gütigst überlassen wurden, nähert sich der Axenwinkel dem Werthe 36^0). Die durch Beobachtung constatirten Grössen lassen aber keinen Zweifel darüber, dass dieser Winkel veränderlich ist.

Für einaxige Krystalle gestalten sich alle angegebenen Formeln viel einfacher.

Aus der Formel (4) ergiebt sich sofort:

$$n_g - n_p = \frac{p_1}{k \cos^2 \varphi},$$

wo p_1 die zur Beobachtung gekommene, einer bestimmten Dicke des Dünnschliffes entsprechende Doppelbrechungsgrösse und φ der von n_g resp. n_p mit der Axe gebildete Winkel.

Die Formel (7) ist jetzt:

$$n_g - n_p = \frac{p \cos J}{k \sin^2(\varphi_0 - J)}, \tag{10}$$

wo p die beobachtete, aber in Bezug auf die Neigung corrigirte Doppelbrechungsgrösse, J der Neigungswinkel, k der Correctionscoëfficient[1]) und φ_0 der von der Hauptaxe des Minerals mit der Mikroskopaxe gebildete Winkel ist.

Für $J = 0$ besteht die Gleichung $n_g - n_p = \dfrac{p}{k \sin^2 \varphi_0}$, (10a)

1) Vergl. Formel (3).

für $J = -(90^0 - \varphi_0)$[1] $\quad n_g - n_p = p \sin \varphi_0.$[2] (10b)

Die zum Gebrauch zweckmässigsten Formeln sind (10a) und (10b). Die letzte wurde bis jetzt allein zur Anwendung gebracht, dadurch wurde aber das Feld der Anwendungen enger.

Formel (10) ist allgemein anwendbar, aber von besonderer Bedeutung nur für die hochdoppeltbrechenden Mineralien, z. B. diejenigen der Gruppe des Calcits. Der Gebrauch derselben ermöglicht es, zur optischen Axe angenähert senkrechte Schnitte, in welchen bekanntlich Interferenzfarben niederer Ordnungen erscheinen, zur Messung zu bringen.

Die Bestimmung des Winkels φ_0 wird dabei entweder durch unmittelbare Messung oder mit Hülfe des vom Verfasser der Universalmethode und Feldspathstudien (diese Zeitschr. **29**, 616) angegebenen Verfahrens ausgeführt.

Als Beispiel für die Anwendung der Formel (10) kann die Bestimmung der Doppelbrechungsgrösse im Vesuvian dienen (dieses Mineral wurde von Herrn Prof. E. v. Fedorow in einem Gesteine aus der Kupfergrube Kedabek entdeckt und gütigst mir zu dieser Untersuchung übergeben).

Man bestimmt für ein Körnchen dieses Minerals $\varphi_0 = 17\frac{1}{2}^0$. Dabei beobachtet man $J = -42\frac{1}{2}^0$ und $p = 2{,}5L$.

Folglich $$n_g - n_p = \frac{2{,}5L \cdot \cos 42\frac{1}{2}^0}{\sin^2 60^0} = 2{,}45L.$$

Unter Annahme der Doppelbrechungsgrösse 0,014 für Wollastonit (nach Herrn Michel Lévy) und in Anbetracht dessen, dass für denselben die corrigirte Messung $13{,}2L$ ergab, finden wir für den Vesuvian von Kedabek 0,0025.

Das angeführte Mineral zeigt sehr scharfe Schichtungsstructur und sehr verschiedene Lichtzerstreuung für verschiedene Farben in verschiedenen Schichten (also sehr verschiedene Doppelbrechung für verschiedene Farben). Mit der näheren Untersuchung dieser Erscheinung werde ich aber nach dem Vorschlage von Herrn Prof. E. v. Fedorow mich noch specieller beschäftigen.

1) Für $J = \varphi_0$ ist $n_g - n_p = \frac{0}{0}$, was direct ersichtlich ist, da alsdann die optische Axe mit der Mikroskopaxe zusammenfällt.

2) $k = 1$; vergl. Formel (3); $\varphi = 90^0$.

X. Hardystonit und Zink-Schefferit von Franklin Furnace, New Jersey.

Von

John E. Wolff (Cambridge, Mass.)

Mit einer Notiz über die Brechungsindices des Schefferit.

Von

G. Melczer (Budapest).

---

a. Hardystonit.

Das neue Mineral Hardystonit (diese Zeitschr. **32**, 1 f.) kam in einer Masse Zinkerz vor und wurde rein gewonnen durch Handauslesung und den Gebrauch von Scheideflüssigkeiten; das (tetragonale) Krystallsystem wurde festgestellt aus Dünnschliffen der Körner. Gelegentlich eines Besuches der Grube im September 1899 erhielt ich von den Beamten Material, aus einem grossen Stück, mehrere Zoll im Durchmesser, bestehend, von fast reinem Hardystonit, gefunden in derselben Abtheilung der Grube, wie das ursprüngliche Material. Das Mineral ist grauweiss, theilweise mit Schlieren und Flecken leicht röthlicher Farbe, und bricht in eckige Stücke der verschiedenen Spaltbarkeiten wegen. Glasglanz auf den vollkommneren Spaltbarkeiten, sonst etwas harzig. Es war leicht, Material auszuwählen für Dünnschliffe parallel den basischen und prismatischen Spaltbarkeiten und für polirte Platten parallel der Basis, mit denen die Brechungsindices bestimmt wurden und die früheren Angaben bestätigt werden konnten, nämlich das Mineral sei tetragonal mit Spaltbarkeiten nach der Basis und Prismen erster und zweiter Ordnung; Spuren von Spaltbarkeit nach einer Pyramide wurden auch beobachtet.

Für die Brechungsindices wurde angewendet eine polirte Platte nach der Basis und die Grenzwinkel mit dem Abbe'schen Krystallreflectometer bestimmt. Als Mittel aus vielen Beobachtungen wurde gefunden:

Für *Na* $\omega = 1,6691$ für *Li* $\omega = 1,6758 \quad \pm 0,0002$
$\varepsilon = 1,6568$ $\varepsilon = 1,6647 \quad \pm 0,0002$

Abweichend vom ursprünglichen Material giebt das neue eine starke *Na*-Reaction vor dem Löthrohre, und folgende Analyse wurde darum von mir durchgeführt, gleich den optischen Bestimmungen, im mineralogischen Institute zu München.

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	37,78	37,73	624	624	38,10
Al_2O_3	0,91	0,91	8	313	0,57
Fe_2O_3	0,43	0,43	2		
ZnO	23,38	23,35	286		24,30
MnO	1,26	1,25	17		1,50
CaO	34,22	34,19	610	616	33,85
MgO	0,26	0,26	6		1,62
K_2O	0,78	0,78	8	25	—
Na_2O	1,10	1,10	17		—
Glühverl.	0,34	—			0,52
	100,46	100,00			100,46

I. Analyse des neuen Materials.

II. Analyse des neuen Materials auf 100 umgerechnet mit Weglassen des Glühverlustes.

III. und IV. Molekularzahlen.

V. Frühere Analyse.

Man sieht, das die Alkalien zum Theil *Ca* und *Mg* vertreten, doch bleibt ein Molekularüberschuss von Alkalien. Die Dünnschliffe zeigen neben zahllosen Flüssigkeitseinschlüssen auch eingeschlossene Körner eines unbestimmten Minerals, welche vielleicht den Alkaligehalt erhöhen.

b. Zink-Schefferit.

Bei einem Besuche der Gruben im September 1898 richtete der Superintendent Herr von Mater meine Aufmerksamkeit auf einen eigenthümlichen Pyroxen, der zur Zeit aus dem Parkerschacht zu Tage gefördert wurde und wovon reichlich Material bei der Aufbereitungsmühle gewonnen wurde. Das Mineral kommt vor in grossen blättrigen Massen zusammen mit Franklinit, Willemit und kleinen Körnern und Massen eines weissen Zinkminerals (dessen Beschreibung später mitgetheilt werden soll), welches auch in dünnen Membranen parallel {001} des Pyroxens liegt. Letzterer hat eine hell bräunlichrothe Farbe in den grösseren Massen, jedoch in kleinen Körnern, innig mit Erz gemengt, eine tiefbraune. Die hervorragendste Eigenthümlichkeit ist eine (scheinbare) Spaltbarkeit nach der Basis, genau so vollkommen wie die des Feldspathes, dabei auch die gewöhnliche prismatische Spaltbarkeit von Pyroxen.

Der Winkel zwischen beiden prismatischen Spaltflächen wurde mit dem

Reflexionsgoniometer zu 92° 59′ gemessen; zwischen Basis und Prisma 79° 2′. Auch in einem Dünnschliffe parallel (010) wurde der Winkel β zwischen den Tracen von Basis und Prisma annähernd bestimmt zu 74° 25′. Man sieht im klinopinakoidalen Schnitte sofort, dass die scheinbare Spaltbarkeit wirklich eine Gleitfläche nach (001) sei, weil kleine Lamellen zwischen den Spaltebenen liegen, welche offenbar in Zwillingsstellung nach der Basis in Beziehung zur Hauptmasse des Materials sind.

Die Dünnschliffe zeigen die gewöhnlichen optischen Eigenschaften von monoklinem Pyroxen; eine Axe ist annähernd senkrecht zu (001); auf (010) schliesst c einen Winkel von 40° 35′ ein mit $\dot{c}$ im stumpfen Winkel β.

Folgende Analyse zeigt, dass der Pyroxen zum Zink-Schefferit zu stellen ist; das Mineral liess sich nicht vollständig zersetzen mit HF, daher wurde FeO nicht bestimmt.

SiO_2	52,86
$(Fe_2, Al_2)O_3$	1,08
MnO	5,31
ZnO	3,38
MgO	13,24
CaO	24,48
Glühverl.	0,45
	100,80

Spec. Gew. 3,31

Brechungsindices des Zink-Schefferit.

Notiz von **G. Melczer.**

Die Hauptbrechungsindices des Zink-Schefferit wurden an von der Firma Voigt & Hochgesang hergestellten polirten Platten mittelst des Abbe'schen Krystallrefractometers mit Anwendung der von Viola vorgeschlagenen Differenzmethode[1]) ermittelt. Untersucht wurden: 1) eine Platte, welche beiläufig senkrecht zur ersten Mittellinie war, 2) ein ebenso orientirter Dünnschliff, und 3) und 4) zwei Platten || der guten Spaltungsfläche {001}. Da die Platten undurchsichtig (nur theilweise durchscheinend) sind, waren die Grenzen der totalen Reflexion nur mit dem verkleinernden Fernrohre messbar, jedoch mit diesem, besonders bei den zwei letzteren Platten, dank ihrer vorzüglichen Politur, ziemlich gut und auf 1—3 Minuten einstellbar. Durch Ablesung (Fernrohr rechts) von 15 zu 15 Grad und in der Nähe der Maxima und Minima von 5 zu 5 Grad (bei Anwendung des verkleinernden Fernrohres genügt dies meinen Erfahrungen nach vollkommen) wurden die Grenzcurven construirt und für Na-Licht folgende Maxima und Minima ermittelt:

1) Diese Zeitschr. **30**, 438 und **32**, 313.

1)	↕ 64° 26½′ und	64° 22′	↔ 62° 56′ und	62° 26′
2)	?	?	62 57¾	62 27½
3)	64 25	64 1¼	62 55	62 23½
4)	64 20¾	64 0½	62 51¾	62 23

Die Grenzen des Vergleichsprismas wurden nach jeder Bestimmung durch vier Ablesungen (von 90° zu 90°) bestimmt und zwar

1) 62° 11′
2) 62 10½
3) 62 11¾
4) 62 11½

Die Ursache dieser erheblichen Differenzen im Grenzwinkel des Prismas kann nicht in der Temperatur liegen, da dieselbe an den einzelnen Tagen, an welchen die Messungen geschahen, höchstens um 3° C. differirte: auch kann die Ursache nicht etwa die inhomogene Beschaffenheit der Glaskugel sein, denn bei Anwendung des vergrössernden Fernrohres waren die Mittel von je zwei diametralen Ablesungen in jeder Stellung des horizontalen Theilkreises höchstens 15″ von einander verschieden. Die Ursache kann folglich nur die Ablesung mittelst des verkleinernden Fernrohres selbst sein, deren Genauigkeit also auch bei den bestmöglichsten Grenzen nur 1—1½′ beträgt, während dieselben Grenzen mit dem vergrössernden Fernrohre bis auf 10″—15″ genau eingestellt werden können.

Was nun die Differenzen zwischen den Grenzwinkeln der einzelnen Platten anbelangt, sind dieselben zu gross, als dass sie den Einstellungsfehlern zugeschrieben werden könnten, denn die Grenzen waren, wie ich schon erwähnte, besonders bei den Platten 3 und 4 recht gut. Um indessen hierüber ganz sicher zu sein, wiederholte ich die Messungen an den drei Platten und erhielt nun:

					Prisma:
1)	↕ 64° 27¾′ und	64° 23½′	↔ 62° 57½′ und	62° 29′	62° 10½′
3)	64 21	—	62 54½	62 24⅓	62 12
4)	64 21	—	62 51¾	62 21¼	62 11

also ist obige Annahme richtig.

Da nach einer meiner früheren Untersuchungen[1] der Brechungsindex der Abbe'schen Halbkugel für *Na*-Licht 1,8903 und der des benutzten Vergleichsprismas 1,6724 beträgt, so folgen aus den Mitteln der obigen Grenzwinkel für die einzelnen Platten:

	γ_{Na}	β_{Na}	α_{Na}
1) u. 2)	1,7060 ± 0,0002	1,6840 ± 0,0002	1,6766 ± 0,0004
3)	1,7050 ± 0,0005	1,6834 ± 0,0001	1,6757 ± 0,0001
4)	1,7045 ± 0,0001	1,6827 ± 0,0001	1,6752 ± 0,0002

1) Wird demnächst in dieser Zeitschrift erscheinen.

woraus im Mittel
$$\gamma - \beta = 0{,}0218$$
$$\beta - \alpha = 0{,}0075$$
$$\gamma - \alpha = 0{,}0293$$

Diese Schwankungen der Brechungsindices von Platte zu Platte können in der etwas schwankenden chemischen Zusammensetzung des Zink-Schefferit ihren Grund haben, oder auch in der etwas ungleichen Färbung. Letztere war zwar an den einzelnen Platten nicht auffallend verschieden, doch genügen ja für einzelne Mineralien, wie bekannt, geringe Unterschiede, um solche Differenzen zu verursachen.

Wenn man aus den mitgetheilten Werthen die Brechungsindices im Mittel zu:
$$\gamma = 1{,}705$$
$$\beta = 1{,}683$$
$$\alpha = 1{,}676$$
annimmt, so berechnet sich daraus
$$2\,Va_{Na} = 59^0\,29'.$$

Zur directen Messung des Axenwinkels konnte ich die Platte (1) nicht gebrauchen; es liess sich zwar daran die eine optische Axe und die Mitte des Interferenzbildes einstellen und wäre also durch Einstellung der Plattennormale H_1 messbar gewesen, doch konnte die geometrische Orientirung der Schlifffläche nicht mehr festgestellt werden. Der Dünnschliff lieferte zwar beide Hyperbeln, dieselben waren jedoch naturgemäss so verwaschen, dass sie nur mit $\frac{1}{2}^0$ Genauigkeit einstellbar waren. Die Eintauchungsflüssigkeit war Monobromnaphtalin, dessen Temperatur während der Messung 19^0 C. und der Grenzwinkel am Abbe'schen Apparate $61^0\,22'\,40''$, woraus $n_{Na} = 1{,}6597$, bis auf 0,0001 mit früheren Bestimmungen im Hohlprisma übereinstimmend.

Am Dünnschliffe wurde gemessen:

	Li	*Na*	*Tl*
H_1	37° 30′	37° 20′	37° 0′
H_2	24 10	23 40	23 30

Aus diesen Werthen folgt, da für den Dünnschliff $w_\beta = 62^0\,57\frac{3}{4}'$ gefunden wurde, also β 1,6842 beträgt:
$$2\,Va_{(Na)} = 60^0\,0' \text{ und } \varrho > v.$$

Wie die hier mitgetheilten Beobachtungen zeigen, kann man mit dem Abbe'schen Krystallfractometer auch dann, wenn die Objecte die Anwendung des verkleinernden Fernrohres erfordern, sehr befriedigende Resultate erzielen.

XI. Krystallographische Untersuchung einiger Diacylbernsteinsäureester.

Von

Ernst Naumann in Dresden.

(Mittheilung aus dem Grossherzoglichen mineralogischen Museum in Jena.

(Mit 6 Textfiguren.)

In seinen »Studien über Tautomerie«[1]) hat Knorr eine Anzahl isomerer Diacetbernsteinsäureester und Dibenzoylbernsteinsäureester zum Gegenstande von Untersuchungen gemacht und ist dabei zu Resultaten gekommen, die für die Structurtheorie, speciell für das Tautomerieproblem, bedeutungsvoll sind. Da es wünschenswerth erschien, dem reichen experimentellen Theile auch noch die krystallographische Charakteristik der Körper, soweit sie sich für eine derartige Untersuchung eignen, beizufügen, wurde mir der Auftrag zu Theil, drei dieser Substanzen krystallographisch zu untersuchen.

Sämmtliche Substanzen sind im chemischen Laboratorium der Universität Jena von Herrn Prof. Dr. Knorr dargestellt; die krystallographischen Untersuchungen wurden im mineralogischen Museum zu Jena unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Linck ausgeführt. Den genannten Herren spreche ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aus.

Im Folgenden sollen zunächst die Resultate der krystallographischen Untersuchungen der einzelnen Körper gegeben werden, woran sich eine kurze zusammenfassende Betrachtung ihrer Eigenschaften schliessen wird.

I. β-Diacetbernsteinsäureester

$$\begin{array}{l} CH_3.CO\text{-}CH\text{-}CO_2C_2H_5 \\ \qquad\qquad\;\; | \\ CH_3.CO\text{-}CH\text{-}CO_2C_2H_5 \end{array} \qquad \text{Schmelzpunkt } 90^0.$$

Krystalle des β-Diacetbernsteinsäureesters wurden bereits von Muthmann gemessen[2]). Da jedoch die in der Nef'schen Arbeit hervorgehobene

---

1) Liebig's Annalen der Chemie **293**, 70 f. und **306**, 332.

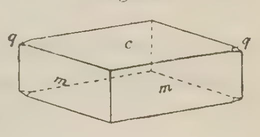
2) Ann. d. Chem. **266**, 88.

Dimorphie der Substanz noch weiterer Aufklärung bedurfte, so wurde nicht nur die Blättchenform nochmals untersucht, sondern auch die daneben auftretende Nadelform gemessen.

a. Blättchenform.

Man erhält diese Blättchen von rhombischem Umriss am besten durch langsames Verdunsten ihrer Lösung in Benzol, leicht auch aus alkoholischer oder ätherischer Lösung oder mit Hülfe anderer organischer Lösungsmittel. Die Lösung muss schon von Anfang an ziemlich concentrirt sein, wenn man gute, messbare Krystalle erzielen will[1]). Besonders in anfangs verdünnten Lösungen erscheinen nebenher die nadelförmigen Krystalle.

Fig. 1.



Die Blättchen sind kurze nach $0P$ tafelige Prismen, deren Durchmesser im Mittel 0,5 mm beträgt. Grössere Krystalle bis zu 3 cm Durchmesser wurden häufig zufällig erhalten. Die Flächen sind wohlausgebildet, die grösseren Tafeln jedoch meist etwas gekrümmt. Die Dicke der Täfelchen schwankt zwischen 0,5 und 10 mm, öfters sind die Krystalle auch würfelähnlich.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 0{,}85753 : 1 : 0{,}79288\,^{2)}; \quad \beta = 73^0\,55'.$$

	Muthmann:	Naumann:
Beobachtete Formen:	$c = \{001\}0P$	$c = \{001\}0P$
	$m = \{110\}\infty P$	$m = \{110\}\infty P$
	$q = \{011\}R\infty$	$q = \{011\}R\infty$
	$o = \{11\bar{1}\}+P$	—
	—	$b = \{010\}\infty R\infty$

An einem Krystalle wurde auch eine Pyramidenfläche beobachtet, die aber wegen zu schlechter Reflexe nicht bestimmbar war, sie entspricht vermuthlich der Fläche *o*. Es wurden folgende Winkel gemessen:

	Muthmann:	Naumann:
$c : m = (001):(110) =$	$77^0 39'$	$77^0 40'$
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	78 58	78 55
$c : q = (001):(011)$	37 18	36 19

Die Flächen *c* und *m* fehlen niemals, *b* ist schon seltener, ebenso *q*, während die Fläche *o* sehr selten zur Ausbildung gelangt. Es sei erwähnt, dass man aus Benzol die formenreicheren Krystalle erhält, während die alkoholischen Lösungen diese höchst selten liefern.

1) Ann. d. Chem. **306**, 356.

2) Da die gemessenen Winkel mit den von Muthmann angegebenen fast genau stimmen, wurde sein Axenverhältniss beibehalten.

Vollkommene Spaltbarkeit wurde nach {010}, sehr unvollkommene nach {110} beobachtet.

Das specifische Gewicht wurde nach der Schwebemethode bestimmt zu $D = 1,209$ bei 20° C.

Charakter der Doppelbrechung positiv. Optische Axenebene ist {010}; auf c tritt eine optische Axe nahe der hinteren Ecke im spitzen Winkel β aus[1]). Die Auslöschung ist auf c gerade, auf {110} ca. 10° gegen die Kante c/m, auf {010} 61° gegen die Kante c/b im stumpfen Winkel β geneigt.

Fig. 2.



Zur Bestimmung der Brechungsexponenten benutzte ich das Abbe-Pulfrich'sche Krystallrefractometer. Es wurden auf (001) die der Fig. 3, Taf. 3 bei Pulfrich[2]) entsprechenden Curven beobachtet (Fig. 2) und daran für Na-Licht gemessen:

$$i_\alpha = 51°29', \quad \text{daraus} \quad \alpha_{Na} = 1,4790$$
$$i_\beta = 52 \ \ 3 \quad - \quad \beta_{Na} = 1,4955$$
$$i_\gamma = 53 \ \ 44 \quad - \quad \gamma_{Na} = 1,5243$$

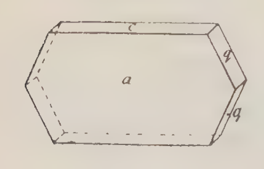
Der optische Axenwinkel wurde direct am Krystall in Oel vom Brechungsexponenten 1,47 gemessen. Da der mittlere Brechungsexponent der Substanz nicht viel von dem des verwendeten Oeles abweicht, so entspricht die Beobachtung nahezu dem wirklichen Axenwinkel.

Es wurde gemessen $2H_a = 64° 20'$ für Na-Licht.

b. Nadelform.

Die Darstellung erfolgt am besten aus anfangs sehr verdünnten alkoholischen Lösungen durch langsames Abdunsten, wobei stets die Blättchenform ebenfalls erscheint. Es bilden sich also unter anscheinend gleichen äusseren Umständen zwei verschiedene Krystallformen derselben Substanz, zwischen denen kein chemischer Unterschied besteht. Da die Nadelform erst dann auskrystallisirt, wenn in einer anfangs verdünnten Lösung bereits Enolisirung[3]) bemerkbar wurde, so könnte vielleicht das Auftreten von Enolformen in der Lösung für die Entstehung der Nadeln von Bedeutung sein. Da muss aber bemerkt werden, dass jede heiss concentrirte Lösung der Substanz bei raschem Abkühlen unter dem Wasserstrahle ein Gemenge mikroskopischer Nadeln und Blättchen, die ersteren in grösserer Anzahl, liefert, ohne dass eine nennenswerthe Enolbildung stattgefunden haben kann.

Fig. 3.



1) Vergl. Muthmann l. c.

2) Pulfrich, Das Totalreflectometer etc. Leipzig 1890.

3) Liebig's Ann. d. Chem. **306**, 356.

Die Krystalle sind nach der Symmetrieaxe langgestreckte, farblose, wohlbegrenzte Nadeln von bis 20 mm Länge.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = ? : 1 : 0{,}78261; \quad \beta = 79^0\,27'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty P\infty$ (vorherrschend), $q = \{041\}4P\infty$ (Fig. 3).

Die Flächen liefern gute Reflexe, nur die der langgestreckten Flächen a und c erscheinen bisweilen verzerrt. Es wurden die folgenden Winkel gemessen und berechnet:

	Gemessen:	Berechnet:
$c : a = (001):(100)$	$= 79^0\,27'$	$79^0\,22'$
$a : q = (100):(041)$	*86 43	—
$c : q = (001):(041)$	*71 56	—

Unvollkommene Spaltbarkeit wurde nach der Basis $\{001\}$ und dem Orthopinakoid $\{100\}$ beobachtet.

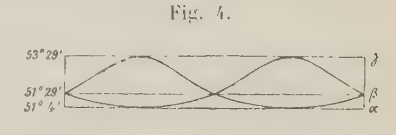
Das specifische Gewicht wurde nach der Schwebemethode bestimmt: $D = 1{,}176$ bei 20^0 C.

Charakter der Doppelbrechung positiv.

Optische Axenebene ist die Symmetrieebene $\{010\}$, auf $a = (100)$ tritt eine optische Axe aus, die andere auf c nahe der spitzen Kante a/c.

Die Bestimmung der Brechungsexponenten mit dem Refractometer gelang unter Benutzung Rohrbach'scher Lösung. Die Beobachtung auf der an dickeren Nädelchen meist gut ausgebildeten Basisfläche zeigte einen durch Fig. 4 ausdrückbaren Verlauf der Grenzcurven; von dem der Curven der Blättchenform ist er nur wenig verschieden.

Fig. 4.



Gefunden:

$$i_\alpha = 51^0\ 4' \quad \text{daraus} \quad \alpha_{Na} = 1{,}4705$$
$$i_\beta = 51\ 29 \quad - \quad \beta_{Na} = 1{,}4790$$
$$i_\gamma = 53\ 29 \quad - \quad \gamma_{Na} = 1{,}5190$$

Im Axenwinkelapparate wurde in derselben Weise, wie bei der Blättchenform, der optische Axenwinkel annähernd bestimmt und gefunden zu

$$2H_a = 62^0\,30' \text{ für Natriumlicht.}$$

II. Dibenzoylbernsteinsäureester

$$C_6H_5\text{-}CO.CH\text{-}CO_2C_2H_5$$
$$|$$
$$C_6H_5\text{-}CO.CH\text{-}CO_2C_2H_5$$

1. β-Ester.

Man erhält die meist 0,5 bis 1 mm grossen Krystalle aus Alkohol; es giebt nur eine Modification, sehr würfelähnliche, kurze, dicke Prismen, die

sich an der Luft sehr bald trüben und ein milchiges Aussehen annehmen. Gekrümmte Flächen sind die Regel, besonders die Basis zeigt Neigung zu schüsselförmiger Vertiefung. Weder aus Benzol, noch aus Aether, Ligroïn oder Eisessig konnten brauchbare Krystalle gezüchtet werden.

Fig. 5.

Krystallsystem: Monoklin.

$a : b : c = 1{,}00866 : 1 : ?;\quad \beta = 87^0\,48'$.

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P$, $a = \{100\}\infty P\!\!\!\!-\infty$ (Fig. 5).

Die Fläche (100) wurde nur einmal an einem ausnahmsweise 4 mm grossen Krystalle beobachtet. Es wurden die folgenden Winkel gemessen und berechnet:

	Gemessen:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}10)$ =	*88⁰ 27′	—
$c : m = (001) : (110)$	*89 29	—
$c : a = (001) : (100)$	87 7	87⁰ 48′
$a : m = (100) : (110)$	45 8	45 $46\frac{1}{2}$

Spaltbarkeit wenig vollkommen nach {001}.

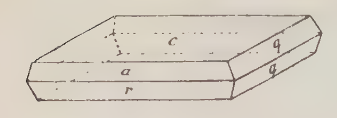
Das specifische Gewicht wurde mit Thoulet'scher Lösung nach der Schwebemethode bestimmt zu $D = 1{,}244$ bei 20⁰ C. Eine Bestimmung mit dem Pyknometer ergab das specifische Gewicht 1,241 bei 17⁰ C.

Die Auslöschung auf (110) beträgt 67⁰ gegen die Kante c/m im stumpfen Winkel β. Die optischen Axen treten auf der Basis nahezu symmetrisch aus, optische Axenebene ist die Symmetrieebene {010}.

Die Bestimmung der Brechungsexponenten gelang wegen der Kleinheit und der schlechten Beschaffenheit der Krystalle trotz wiederholter Versuche nach den verschiedensten Methoden nicht. Mit dem Axenwinkelapparate wurde der scheinbare optische Axenwinkel in Oel vom Brechungsexponenten 1,47 gemessen. Der für Natriumlicht gefundene Axenwinkel $2H_a = 59^0\,6'$ entspricht annähernd dem wirklichen Axenwinkel, vorausgesetzt, dass der mittlere Brechungsexponent der Substanz von dem des Oeles nicht allzuweit abweicht, was sich der Verwandtschaft mit den vorigen Substanzen nach annehmen lässt.

2. γ-Ester.

Fig. 6.



Die Krystalle wurden aus Alkohol gewonnen; namentlich die kleineren Individuen sind flächenreich und gut ausgebildet. Die grössten untersuchten Krystalle waren 2 mm lang.

Krystallsystem: Monoklin.

$a : b : c = 1{,}26144 : 1 : 2{,}45735;\quad \beta = 86^0\,30'$.

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty P\!\!\!\!-\infty$, $q = \{011\}P\!\!\!\!-\infty$, $r = \{\bar{1}01\}+P\!\!\!\!-\infty$ (Fig. 6).

Die Reflexe sind an den kleinen Kryställchen sehr gut; folgende Winkel wurden gemessen und berechnet:

		gemessen	berechnet
$c:r$	$= (001):(\bar{1}01) =$	*65° 45′	—
$a:r$	$= (100):(\bar{1}01) =$	*27 44	—
$q:q$	$= (011):(01\bar{1}) =$	*44 20	—
$c:a$	$= (001):(100) =$	86 30	87° 14′
$c:q$	$= (001):(011) =$	67 44	67 50
$r:q$	$= (\bar{1}01):(011) =$	81 14	81 3
$a:q$	$= (100):(011) =$	88 41	86 29

Vollkommene Spaltbarkeit zeigen die Krystalle nach der Form {011} und unvollkommene nach einer Fläche der Hemidomenzone. Die meisten Krystalle sind nach der Symmetrieaxe gestreckt, die Fläche *c* herrscht bei weitem vor.

Das specifische Gewicht wurde mit Thoulet'scher Lösung nach der Schwebemethode bestimmt $D = 1{,}250$ bei 17° C.; eine Bestimmung mit dem Pyknometer ergab 1,255 bei 18° C.

Die Auslöschung ist auf den Flächen {001} und {100} gerade, auf {011} beträgt sie 68° gegen die Kante q/q im stumpfen Winkel β. Die Axenebene liegt senkrecht zur Symmetrieebene und nahezu senkrecht zur Basis.

Die Bestimmung der Brechungsexponenten ist auch hier nicht gelungen. Die Ursache lag in der Kleinheit der Krystalle, und es gelang trotz der verschiedensten Versuche nicht, grössere Individuen mit guten Flächen zu erzielen.

Der optische Axenwinkel wurde mit dem Axenwinkelapparate in Oel vom Brechungsexponenten 1,47 gemessen zu $2H_a = 54° 30'$ für Natriumlicht. Der Brechungsindex der Substanz wird auch hier von dem des Oeles wenig abweichen, weshalb man diesen Winkel dem wirklichen optischen Axenwinkel annähernd gleich setzen darf.

In den nachstehenden Tabellen sind die Eigenschaften der untersuchten Substanzen zusammengestellt, und wir ersehen daraus, dass zwischen den chemisch Verwandten auch eine sehr grosse krystallographische Aehnlichkeit besteht. Die mit einem Stern versehenen Werthe der Axenverhältnisse sind in der von Linck[1]) angegebenen Weise berechnet.

I. β-Diacetbernsteinsäureester $C_{12}H_{18}O_6$.

	Axenverhältniss $a : b : c$	Winkel β	Dichte $= D$	Spaltbarkeit:
Blättchen	0,85753 : 1 : 0,79288	73° 55′	1,209	vollk. nach {010} unv. - {110}
Nadeln	*0,85308 : 1 : 0,78261	79 27	1,176	- - {001} {100}

1) Zeitschr. f. phys. Chem. **19**, 193; auch in dieser Zeitschr. **26**, 280.

	Auslöschungsschiefe auf {010}	Optische Axenebene:	Optischer Axenwinkel $2H_a$ für Na	Kleinster Brech.-Ind. α	Mittlerer Brech.-Ind. β	Grösster Brech.-Ind. γ
Bl.	61° gegen c/b i. st. W. β	{010}	64° 20′	1,4790	1,4955	1,5243
Nadeln	—	{010}	62 30	1,4705	1,4790	1,5190

II. Dibenzoylbernsteinsäureester $C_{22}H_{22}O_6$.

	Axenverhältniss $a : b : c$	Winkel β	Dichte $= D$	Spaltbarkeit:
β-Ester	1,00866 : 1 : *3,09057	87° 7′	1,244	unvollk. nach {001}
γ-Ester	1,26144 : 1 : 2,45735	86 30	1,251	vollk. - {011}

	Auslöschungsschiefe:	Optische Axenebene:	Optischer Axenwinkel $2H_a$ für Na
β-Ester	auf {110} 67° gegen c/m i. st. W. β	{010}	59° 6′
γ-Ester	auf {011} 68° gegen q/q i. st. W. β	senkrecht zu {010}	54 30

Die krystallographische Untersuchung der drei Isomeren hat demnach Folgendes ergeben. Die beiden Dibenzoylbernsteinsäureester (β und γ) zeigen beträchtliche Abweichungen in ihren krystallographischen Constanten, etwa vergleichbar den Unterschieden, welche sich, wie es scheint, weniger ausgeprägt bei Traubensäure und Mesoweinsäure finden. Der krystallographische Befund steht demnach in Uebereinstimmung mit Knorr's Auffassung von der Constitution dieser beiden Isomeren.

Die Untersuchung des β-Diacetbernsteinsäureesters hat ergeben, dass die beiden Formen (Blättchen und Nadeln), in denen dieser Ester auftritt, zweifellos krystallographisch verschieden sind. Da das chemische Verhalten dieser Substanz die chemische Isomerie beider Formen ausschliesst, so dürfte hier lediglich Dimorphismus (physikalische Isomerie), etwa wie beim Hexachlor-α-keto-β-R-penten Küster's[1]) oder beim rhombischen und monoklinen Bittersalz ($MgSO_4.7H_2O$) vorliegen.

Die Untersuchungen sollen später auch noch auf die festen Enolformen des Diacetbernsteinsäureesters ausgedehnt werden.

---

1) Zeitschr. f. physik. Chem. **18**, 167.

XII. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.

(Mit 6 Figuren im Text.)

1. C. Hintze (in Breslau): **Ueber ungewöhnliche Ausbildung eines Karlsbader Zwillings von Striegauer Kalifeldspath.** (Hierzu Fig. 10 auf Taf. III.)

Auf meiner letzten Excursion nach Striegau fand ich unter den von Herrn Photographen Vogdt (vgl. diese Zeitschr. 28,174) für das Breslauer Museum reservirten Stufen eine Gruppe von Kalifeldspäthen, deren grösster, $4\frac{1}{2}$ cm hoher und 3 cm breiter Krystall (mit einigen seiner regellos mit ihm verwachsenen Nachbarn) in Fig. 10, Taf. III porträtähnlich (vom Breslauer Universitätszeichner Herrn Dr. E. Loeschmann) abgebildet ist. Es liegt ein Karlsbader Zwilling vor, aber von so ungewöhnlicher Verschiebung, resp. Begrenzung der beiden Individuen gegen einander, wie sie mir unter den, wie ich sagen darf, Tausenden von Striegauer Feldspäthen, die ich zu sehen Gelegenheit hatte, noch nicht aufgefallen und auch von anderen Fundorten nicht bekannt ist. Auf der in der Zeichnung linken Seite des Krystallgebildes ragt zwar das untere Individuum etwas gegen das obere vor; rechts aber fällt die Prismenfläche des oberen und des unteren Individuums ganz in eine Ebene, und eine, auch in der Zeichnung angedeutete kleine horizontale Kerbe in der Mitte des Krystallgebildes weist auf die zur Verticalaxe senkrechte (nicht krystallonomische) Fläche als Verwachsungsebene hin. Eine Differenzirung der Prismenflächen $T\{1\bar{1}0\}$ und $l\{110\}$ ist hier ebenso wenig wie sonst bei Karlsbader Zwillingen zu beobachten, so dass wieder die Entscheidung ausbleibt, ob $k\{100\}$ als Zwillingsebene oder die Verticale als Zwillingsaxe fungirt. Die Flächen $M\{010\}$, $T\{1\bar{1}0\}$, $l\{110\}$ sind gleichmässig mit einem ziemlich dicken chloritischen Ueberzuge bedeckt, von derselben grünen Farbe, wie der häufige Ueberzug der alpinen Adulare; auf $y\{\bar{2}01\}$ und $o\{\bar{1}\bar{1}1\}$ liegt gleichmässig ein sehr dünner feiner chloritischer Staub; die Flächen $\{\bar{1}11\}$ treten an den Krystallen der Stufe nicht auf, indem die Kante $(010)(\bar{1}01)$ entweder unabgestumpft oder verbrochen ist. Die Flächen $x\{\bar{1}01\}$ und $P\{001\}$ sind ganz frei von chloritischem Ueberzuge oder Staub und von reiner hell erbsengelber Farbe. Auf die Wiedergabe der Unterschiede der Flächen in Bezug auf den Chloritüberzug wurde in der Zeichnung verzichtet, um die körperliche Deutlichkeit des Bildes nicht zu beeinträchtigen. Die Stufe stammt aus dem Lehmann'schen Granitbruche bei Pilgramshain bei Striegau.

2. A. W. K. de Jong (in Utrecht): **Krystallographische und optische Eigenschaften der α-Acetamidopropionsäure** [1] $CH_3.CH(NH.C_2H_3O).COOH$. Schmelzpunkt 132^0—133^0.

---

1) Diese Bestimmungen sind ausgeführt im mineralogischen Laboratorium in Utrecht.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}7729 : 1 : 1{,}0983.$$

Auftretende Formen: $m\{110\}$, $a\{100\}$, $c\{001\}$, $q\{011\}$ (siehe Fig. 1).

Aus wässeriger Lösung bilden sich grosse, bis 13 mm lange Krystalle, die meist tafelförmig nach (001) entwickelt sind, daneben kommen aber auch Individuen vor, welche nach der c-Axe gestreckt und dadurch nadelförmig sind. Bei langsamer Krystallisation tritt (011) nur selten auf. An vielen Krystallen, die an einem Tage hergestellt waren, fehlte eine der Domenflächen ganz.

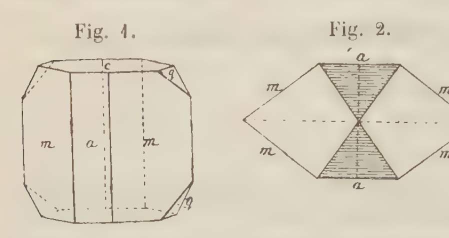


Fig. 1. Fig. 2.

In der Mutterlauge bei der Darstellung aus Brenztraubensäure[1]) giebt es Krystalle, welche Anwachskegel zeigten und dann auf der Fläche (001) wie wie Fig. 2 aussehen. Der gestreifte Theil ist alsdann undurchsichtig.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$ =	75° 23,5′	—
$(001):(011)$	47 41	—
$(110):(100)$	37 39	37° 42′
$(110):(001)$	89 58,5	90 0
$(110):(011)$	63 20	63 8
$(011):(01\bar{1})$	84 40	84 38

Spaltbarkeit vollkommen nach (001).

Die Ebene der optischen Axen ist (100). Die c-Axe ist erste Mittellinie.

		Li	*Na*	*Tl*
α = Brechungsexponenten nach	c =	1,410	1,413	1,415
β = - -	a =	1,517	1,520	1,524
γ = - -	b =	1,584	1,589	1,596

	Berechnet aus den Brechungsexponenten:			Gemessen:		
	Li	*Na*	*Tl*	*Li*	*Na*	*Tl*
E_a =	63° 36′	63° 46′	65° 22′	64° 52,5′	65° 14,5′	65° 55′
				Hieraus berechnet:		
V_a =	36 12	36 9	36 37	36° 39′	36° 40′	36° 48′

3. E. H. Kraus (in München): **Ueber eigenthümlich verzerrte Salmiakkrystalle.**

Bekanntlich kommen künstliche Salmiakkrystalle in sehr verzerrten Gestalten vor, welche gewöhnlich nach einer Hauptaxe verlängert sind[2]). Naumann hat jedoch auch Krystalle beschrieben[3]), die nach einer trigonalen Axe verzerrt waren, an welchen {411} und {310} auftraten. Solche nach einer trigonalen Axe verlängerte Krystalle, die sich in einer Lösung von Ammoniumchlorid und

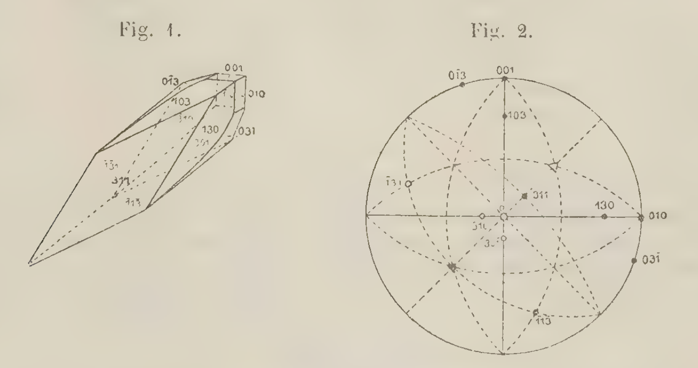
1) Ausführliches hierüber findet sich in meiner Arbeit: Inwerking van brandigdruivenzuur op brandigdruivenzuurammonium. Inaug.-Diss. Utrecht, 1900.

2) Vergl. A. Knop, Molekularconstitution und Wachsthum der Krystalle. Leipzig 1867, S. 57 f. und S. 66.

3) Journal f. pr. Chemie **50**, II, 310 (1850).

Rhodiumchlorid gebildet hatten und durch eine kleine Beimengung von Rhodiumchlorid roth gefärbt waren, erhielt nun vor Kurzem Herr Prandtl im hiesigen chemischen Laboratorium, und diese bilden den Gegenstand vorliegender Notiz. Dieselben haben einen hemimorph-rhomboëdrischen Habitus (s. Fig. 1). An einem Pole der trigonalen Axe, nach welcher sie vorherrschend ausgebildet sind, erscheinen drei Flächen des Tetrakishexaëders $\{310\}$, eine ditrigonale Pyramide

Fig. 1. Fig. 2.



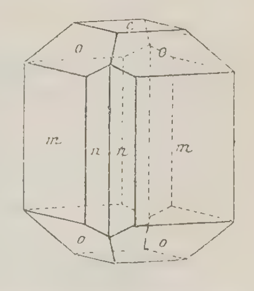
bildend, welche durch die auch in der Figur angedeutete Rundung der Flächen in eine noch spitzere übergeht, während ihre ditrigonale Polecke gewöhnlich durch drei kleine Hexaëderflächen ersetzt wird. Die sehr spitze Endigung des anderen Poles wird von drei weniger gekrümmten Flächen des Ikositetraëders $\{311\}$ gebildet. In Fig. 2 ist eine stereographische Projection der beobachteten Flächen gegeben, in welcher die Pole derjenigen der hinteren Hälfte durch ◯ und die Pole der hemimorphen trigonalen Axe durch △ bezeichnet sind.

Alle Flächen sind mehr oder weniger gerundet und daher die Messungen nur annähernd. Da es unmöglich war, Reflexe zu erhalten, wurden sämmtliche Messungen durch Schimmerbeobachtungen ausgeführt.

	Beobachtet:		Berechnet:
$(001):(010)$	= 89° 48′		90° 0′
$(001):(103)$	18 38		18 26
$(001):(311)$	73	ca.	72 25
$(\bar{1}\bar{3}1):(\bar{1}1\bar{3})$	117 28		117 2

4. E. H. Kraus (in München): **Ueber Kaliumquecksilberchlorid.**

In der Präparatensammlung des hiesigen mineralogischen Institutes befanden sich Krystalle dieses Salzes, welche gestatteten, die Kenntniss desselben zu vervollständigen. Dieselben sind so gut ausgebildet, dass sämmtliche Flächen mit Ausnahme von $n\{310\}$ sehr gute Reflexe gaben. An den meisten Krystallen kommen $c\{001\}$, $m\{110\}$ und $o\{111\}$ vor (s. Fig.). Die Krystalle sind meistens tafelförmig nach einem Flächenpaare von $\{110\}$, welches vorherrscht. $\{111\}$, z. Th. mit recht ungleich grossen Flächen, und $c\{001\}$ sind gewöhnlich klein. An einigen Krystallen wurde auch $n\{310\}$ beobachtet, aber diese Flächen sind klein und nicht sehr gut ausgebildet.



Da die Messungen von Rammelsberg[1]), Bonsdorff[2]) und Grailich[3]) nicht übereinstimmend sind, und die von mir untersuchten Krystalle sehr genaue Messungen gewähren, habe ich ein neues Axenverhältniss aufgestellt.

Krystallform: Rhombisch-bipyramidal.

$$a : b : c = 0,7074 : 1 : 0,7655.$$

	Beobachtet:	Rammelsberg:	Bonsdorff:	Grailich:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0) =$	$*70^0 34'$	$71^0\ 4'$	$70^0\ 0'$	$71^0 15'$	—
$(111):(001)$	$*52\ 57\frac{1}{2}$	52 32	51 30	—	—
$(310):(3\bar{1}0)$	26 46	—	—	—	$26^0 32'$
$(111):(1\bar{1}1)$	54 54	—	—	—	54 55
$(111):(\bar{1}11)$	$81\ 20\frac{1}{2}$	—	—	—	81 20

Axenebene (001), erste Mittellinie a. Doppelbrechung negativ. Mittelst eines Prismas mit einem brechenden Winkel von $30^0 35'$ wurden β und γ durch senkrechte Incidenz bestimmt. Mit einer planparallelen, senkrecht zur a-Axe geschliffenen Platte wurde der scheinbare Axenwinkel in Bromnaphtalin gemessen zu $79^0 31'$ und dann der wahre berechnet. Die Resultate sind:

$$\alpha = 1,648 \quad \text{für } Na\text{-Licht.}$$
$$\beta = 1,678$$
$$\gamma = 1,699$$
$$2V = 78^0 25'$$

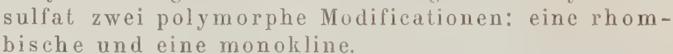
Dispersion sehr beträchtlich: $\varrho > v$.

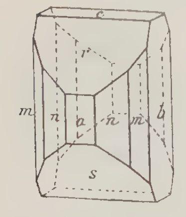
5. A. W. Pavlow (in Moskau): **Ueber eine neue monokline Modification des Hydrazinsulfats.**

Die Krystallform des Hydrazinsulfats ist von Liweh und Fock bestimmt worden (s. diese Zeitschr. **17**, 386 und **23**, 218—219). Nach ihren Untersuchungen krystallisirt diese Verbindung in farblosen, glänzenden, tafelförmigen Krystallen und gehört dem rhombischen Krystallsysteme an.

Bei der Krystallisation dieser Substanz aus Wasser bei Zimmertemperatur habe ich bemerkt, dass ausser den sehr charakteristischen tafeligen Krystallen in kleiner Menge und meistens am Anfange der Krystallisation noch dicke Krystalle von anderem Habitus sich ausscheiden. Später bilden sich nur gewöhnliche rhombische Krystalle.

Nach den ausgeführten Messungen müssen die Krystalle des zweiten Typus dem monoklinen Systeme zugerechnet werden. Folglich hat Hydrazinsulfat zwei polymorphe Modificationen: eine rhombische und eine monokline.





Ich habe an den monoklinen Krystallen folgende Formen beobachtet (s. Fig.): $c\{001\}$, $a\{100\}$, $b\{010\}$, $r\{101\}$, $s\{10\bar{1}\}$, $m\{110\}$ und $n\{210\}$.

Unter diesen sind $\{110\}$, $\{101\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{100\}$, auch $\{010\}$, vorherrschend und gut entwickelt, besonders $\{100\}$, $\{110\}$, $\{101\}$, $\{10\bar{1}\}$, und sind an allen sechs untersuchten Krystallen gefunden worden. Die Form $\{001\}$ wurde nur

1) Poggend. Annal. **90**, 34.
2) Ebenda **17**, 115.
3) Wien. Akad.-Ber. 27.

an zwei Krystallen, {210} an drei beobachtet. Das Prisma {210} ist ziemlich gross, während das Pinakoid {001} nur sehr klein[1]) ausgebildet ist.

Die bei der Messung erhaltenen Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt[2]):

	Beobachtet. Mittel:	Grenzwerthe:	Kr.	n	Berechnet:	Δ
(100):(110) =	*54° 9′	54°16′—54° 1′	6	43	—	—
(100):(101)	*38 54	39 1—38 48	6	11	—	—
(100):(001)	*81 51	81 55—81 47	2	4	—	—
($\bar{1}$00):($\bar{1}$01)	46 24	46 28—46 21	5	10	46°23′	+1′
($\bar{1}$10):($\bar{1}$01)	66 9	66 11—66 05	4	12	66 10	—1
(110):(210)	19 29	19 30—19 26	4	8	19 26	+3
(100):(210)	34 41	34 44—34 34	4	21	34 43	—2
(010):(100)	90 1	90 4—89 54	4	9	90 0	+1
(010):(10$\bar{1}$)	90 0	90 3—89 58	4	12	90 0	0
(010):(101)	90 0	90 5—89 56	2	8	90 0	0
(010):(001)	90 0	90 1—89 59	2	4	90 0	0
(001):(101)	42 56	42 56	2	2	42 57	—1
(001):($\bar{1}$01)	51 44	51 45—51 43	2	2	51 46	—2
(101):($\bar{1}$01)	94 39	94 47—94 35	5	10	94 43	—4
(101):(110)	62 51	62 55—62 46	4	13	62 53	—2
(10$\bar{1}$):(210)	55 26	55 28—55 22	3	10	55 27	—1
(101):(210)	50 12	50 17—50 11	2	3	50 14	—2
(001):(110)	—	—	—	—	85 14	
(001):(210)	—	—	—	—	83 19	

Aus diesen das Axenverhältniss berechnet ist:

$$a:b:c = 1,3981:1:1,5170;\ \beta = 81^{0}51'.$$

Die Krystalle werden sehr bald an der Luft undurchsichtig.

Was die optischen Eigenschaften der Substanz anbetrifft, so hoffe ich darüber nächstens mittheilen zu können. Jetzt gestatte ich mir nur zu bemerken, dass ich gefunden habe, dass in der Prismenzone eine schiefe Auslöschung im monochromatischen Lichte zu beobachten ist.

Moskau, Mineralogisches Institut der Universität.

1) Alle Flächen gaben gute Reflexe.
2) Zur Tabelle: Kr. = Anzahl der Krystalle; n = Anzahl der Messungen.

XIII. Auszüge.

---

1. E. A. Wülfing (damals in Tübingen): **Ueber einen Spectralapparat zur Herstellung von intensivem monochromatischem Licht** (N. Jahrb. f. Min. etc. 1898, Beilage-Bd. **12**, 343—404).

Der Spectralapparat soll ein möglichst intensives monochromatisches Licht von möglichst verschiedenen Wellenlängen liefern, damit die Untersuchung der Mineralien innerhalb weiterer Grenzen geschehen kann, als dies bei Anwendung von monochromatischen Flammen, Geissler'schen Röhren und Strahlenfiltern bisher möglich war.

Das durch den Eintrittsspalt eintretende Lichtbüschel wird durch die Collimatorlinse in ein paralleles Bündel verwandelt, fällt nach einander auf zwei Prismen, erfährt hier eine spectrale Zerlegung und gelangt alsdann in das zweite Rohr, wo in der Ebene des Austrittsspaltes ein scharfes Spectrum entworfen wird, von welchem der Spalt nur einen kleinen Theil austreten lässt. Es ist zweckmässig, dass das Ein- und Austrittsrohr, wie auch die beiden Spalte, eine feste, unveränderliche Lage gegen einander besitzen. Die Verschiebung des Spectrums am Austrittsspalt geschieht daher durch eine symmetrische Bewegung der beiden Prismen gegen einander. Die Einstellung der beiden Prismen geschieht mit Hülfe einer mit Theilung versehenen Schraube. Die Ermittelung der einem bestimmten Theilstriche der Schraube entsprechenden Wellenlänge geschieht in der Weise, dass mit Hülfe eines schwach vergrössernden Mikroskops, welches vor dem Austrittsspalt angebracht werden kann, die Fraunhofer'schen Linien eingestellt werden können; die entsprechende Schraubenstellung wird notirt und mit Hülfe dieses Verzeichnisses kann dann später jede beliebige, von einer anderen Quelle herkommende Wellenlänge eingestellt werden.

Verf. findet es am vortheilhaftesten, wenn die beiden Rohre zu einander senkrecht stehen. Um dies zu erreichen, kann man z. B. für die beiden Prismen das schwere Silicatflintglas Nr. 39, O. 192 von Schott u. Gen. wählen. Der brechende Winkel derselben muss $51^0 17'$ betragen.

Ist R der Radius, F die Brennweite einer Linse, so ist die Tangente ihres halben Oeffnungswinkels $\frac{R}{F}$. Wird der Eintrittsspalt durch concentrirtes Sonnenlicht beleuchtet, so ist es vortheilhaft, wenn die Beleuchtungslinse des Eintrittsspaltes eine etwas grössere Apertur besitzt als die Collimatorlinse im Eintrittsrohre. Das Sonnenbildchen auf dem Eintrittsspalt wächst zwar mit der Brennweite der Beleuchtungslinse, aber die Intensität desselben pro Flächeneinheit ist nur abhängig von der Apertur der Beleuchtungslinse. Es ist daher zweckmässig, wenn auch die Collimatorlinse eine grosse Apertur besitzt. Verf. empfiehlt

hierfür ein Steinheil'sches dreifaches Fernrohrobjectiv mit dem Oeffnungsverhältniss $\frac{R}{F} = \frac{1}{8}$ und zwar besonders solche von 20—27 mm Oeffnung und entsprechender vierfacher Brennweite, damit eben die Tangente des halben Oeffnungswinkels $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{8}$ sei.

Soll die Länge des Spectrums von den Linien A_1 bis H_1 etwa 25 mm betragen, so müsste die Linse des Austrittsrohres etwa eine Brennweite von 200 mm haben. Soll auch diese Linse einen Durchmesser von 20—27 mm haben, so muss für sie $\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{15}$ sein; hierfür genügt ein Steinheil'sches zweitheiliges Objectiv.

Die Einstellung der Fraunhofer'schen Linien kann bis auf den 2300sten bis 2700sten Theil des Spectrums richtig geschehen. Ist der Austrittsspalt 0,2 mm breit, so beträgt das als monochromatisch anzusehende austretende Lichtbüschel 0,8 % des ganzen Spectrums, ist also siebenmal weniger monochromatisch als *Na*-Licht und genügt für die Bestimmung von Brechungsexponenten bis auf vier Decimalen.

Beleuchtet man mit einfachem (nicht concentrirtem) Sonnenlichte, so kann man voraussetzen, dass jeder Punkt des Eintrittsspaltes etwa so stark beleuchtet wird, wie durch eine Flamme von 60000 Normalkerzen in 1 m Abstand. Sei die Brennweite der Linse des Austrittsrohres $f' = 200$ mm, diejenige der Collimatorlinse $f = 100$ mm, die Breite des Eintrittsspaltes 0,1 mm, die des Austrittsspaltes 0,2 mm; ein Schirm in der Ebene des Austrittsspaltes wird dann ebenso stark beleuchtet, als wenn x Kerzen in der Entfernung von 1 m vor dem Schirme wären. Es ist für die einzelnen Spectralgebiete:

Spectralgebiet	a	B	Li	C	D	Tl	E	F	Sr	G_1	h
x	3	22	43	92	540	326	273	32	8	3	?

Bei einfachem Sonnenlichte treten die Strahlen nur sehr schwach divergent aus dem Austrittsspalt aus. Durch Anwendung einer richtigen Beleuchtungslinse kann bei Anwendung von Sonnenlicht eine etwa 700fache Verstärkung erzielt werden.

Durch künstliche Lichtquellen kann man niemals eine Intensität der Beleuchtung erreichen, wie durch concentrirtes Sonnenlicht, wohl aber eine solche, welche die Beleuchtung durch einfaches Sonnenlicht erheblich übertrifft. Eine 20 Amp. starke Bogenlampe hat eine mittlere Lichtstärke von 2000 Kerzen. Die maximale Lichtstärke (bei verticaler Stellung der Lampe in etwa 40° vom Horizont nach unten strahlend) ist zwei- bis dreimal so gross. Diese letztere wird bei der Projection gewöhnlich benutzt. Wird eine solche Lampe, im benutzten Theile zu 4000 Kerzen geschätzt, 234 mm vor den Eintrittsspalt gebracht, so wird der Austrittsspalt mit Sonnenintensität bestrahlt. Es könnte aber der Bogen bis auf 40 mm, der Apertur des Collimators ($\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{1}{8}$) und der Ausdehnung des Spaltes entsprechend herangebracht werden, und dann würden schon 150 Kerzen eine der Sonne äquivalente Beleuchtung liefern. Technisch macht die grosse Annäherung Schwierigkeit, aber man kann ohne Lichtverlust für den Austrittsspalt die Lampe weiter entfernen und durch eine Beleuchtungslinse den Eintrittsspalt beleuchten. Auf 234 mm zurückgebracht, kann dieselbe Bogen-

lampe dann eine 27fache Sonnenbeleuchtung liefern. Die Beleuchtungslinse muss eine Brennweite von 60 mm und eine Oeffnung von 40 mm haben und in der Mitte zwischen Spalt und Flamme aufgestellt werden.

Mit Glühlampen wird man wenigstens eine Beleuchtung von $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ der Sonnenbeleuchtung erzielen. Eine kleine Glühlampe, deren Faden in der Ebene des Spaltes liegt, oder was dasselbe ist, von welchem durch eine Beleuchtungslinse ein Bild in dem Eintrittsspalt entworfen wird, liefert die gleiche Beleuchtungsstärke des Austrittsspaltes wie einfaches Sonnenlicht.

Drummond'sches Kalklicht kann bei Anwendung einer Beleuchtungslinse etwa dreifaches Sonnenlicht geben, Auerbrenner $\frac{1}{12}$. Argandbrenner und Petroleum sind ungeeignet zur Beleuchtung des Instrumentes, sie liefern nur $\frac{1}{27}$ — $\frac{1}{68}$ der Beleuchtung durch einfaches Sonnenlicht.

Ref.: J. Beckenkamp.

2. A. A. Lutteroth (in Leipzig): **Ueber die Abhängigkeit der Magnetisirbarkeit der Krystalle in verschiedenen Richtungen von der Temperatur** (Inauguraldissertation d. Univ. Leipzig 1898, 71 S.; im Auszug: Wiedem. Ann. d. Phys. 1898, **66**, 1081—1106).

Die von Faraday (1848—1857) untersuchten Krystalle: Wismuth, Turmalin, Eisenspath, Kalkspath, rothes Eisencyankalium und eisenhaltiger Kalkspath ergaben folgendes Resultat: »Paramagnetische und diamagnetische Krystalle werden in gleicher Weise von der Wärme afficirt; es nimmt nämlich mit Erhöhung der Temperatur der Unterschied der Kraft in zwei gegebenen Richtungen ab, d. h. es vermindert sich die Kraft, mit welcher sich die Krystalle zwischen den Magnetpolen einstellen.«

Uebt eine magnetisirende Kraft F, deren Richtungscosinus mit den drei magnetischen Hauptaxen λ, μ, ν seien, auf den ganzen Krystall das Drehungsmoment D' aus, und seien A, B, C die Magnetisirungsconstanten des Moleküls, d. h. die magnetischen Momente, welche in der Richtung der drei Hauptaxen in jedem Molekül durch die magnetisirende Kraft Eins erzeugt werden, wofern diese Kraft in der Richtung jener Axen selbst wirkt, und sei N die Gesammtzahl der im Krystall enthaltenen Moleküle, so ist nach W. Thomson:

$$D' = NF^2\{(B-C)^2\mu^2\nu^2 + (C-A)^2\nu^2\lambda^2 + (A-B)^2\lambda^2\mu^2\}^{\frac{1}{2}}.$$

Wählt man nach einander die drei magnetischen Axen a, b, c zur Aufhängerichtung, so geht für den speciellen Fall, dass die Kraftlinien horizontal verlaufen, diese Gleichung der Reihe nach über in:

$$D_a' = NF^2(B-C)\mu\nu,\; D_b' = NF^2(C-A)\nu\lambda,\; D_c' = NF^2(A-B)\lambda\mu.$$

Bringen wir daher den zu untersuchenden Krystall in diese drei Lagen bei verschiedenen Temperaturen und zwar stets in dieselbe relative Lage zu den horizontalen Kraftlinien eines homogenen Feldes von constanter Feldstärke, und bestimmen wir die Torsion, welche erforderlich ist, um den Krystall bei einer bestimmten Temperatur in dieser Lage zu erhalten, so ist die Anzahl der Torsionsgrade proportional der Differenz der Magnetisirungsconstanten in der Richtung der beiden zur Aufhängerichtung senkrechten magnetischen Axen des Moleküls.

Verf. stellte von Krystallen kreisförmige Platten von 1—1,5 cm Durchmesser und 2—3 mm Dicke her, und zwar so, dass in ihrer Ebene zwei der drei magnetischen Hauptaxen lagen. Bei rhombischen Krystallen fallen diese mit den drei Symmetrieaxen zusammen, bei monoklinen ist die eine derselben die b-Axe,

die beiden anderen liegen in der Ebene (010). Die Lage der letzteren muss durch die Einstellung im Magnetfelde ermittelt werden.

Als verticale Aufhängungsrichtung wurden nach einander die beiden in der Scheibenebene liegenden Axen gewählt. Es wurde die Krystallscheibe während einer bei constantem elektromagnetischem Felde, aber verschiedenen Temperaturen ausgeführten Versuchsreihe von der gleichen Nulllage aus bei geschlossenem Strome stets in dieselbe Lage zu den Kraftlinien des Elektromagneten gebracht, und dann gesehen, um wie viele Scalentheile derselbe sich drehte, wenn der Strom geöffnet wurde. Diese Anzahl von Scalentheilen kann als Maass der Grösse der Torsion, d. h. der Grösse des ausgeübten Drehungsmomentes, daher auch als Maass der Differenz der Magnetisirungsconstanten eines Moleküls in den beiden in Frage kommenden Richtungen angesehen werden.

Die Beobachtung ergab, dass die so beobachteten Scalentheile eine lineare Function der Temperatur sind, dass also $s_t = s_0(1 + \alpha t)$ und daher $D_t = D_0(1 + \alpha t)$.

Es wurden untersucht:

I. Die Gruppe: $K_2Ni(SO_4)_2 + 6$ aq, $K_2Co(SO_4)_2 + 6$ aq, $K_2Zn(SO_4)_2 + 6$ aq $(NH_4)_2Zn(SO_4)_2 + 6$ aq.

II. $NiSO_4 + 7$aq, $ZnSO_4 + 7$aq.

III. $CoSO_4 + 7$aq.

Die Ni- und Co-haltigen Salze sind paramagnetisch, die anderen diamagnetisch. Es wurden folgende Temperaturcoëfficienten gefunden:

	α_x	α_y	α_z	$\frac{\alpha_y}{\alpha_z}$	$\frac{\alpha_x}{\alpha_y}$
$K_2Ni(SO_4)_2$	—	−0,006739	−0,005512	+1,223	—
$K_2Co(SO_4)_2$	—	−0,006210	−0,005037	+1,232	—
$K_2Zn(SO_4)_2$	—	−0,0005208	−0,0004259	+1,223	—
$(NH_4)_2Zn(SO_4)_2$	—	−0,0004064	−0,0003310	+1,227	—
$NiSO_4$	+0,001887	−0,005087	—	—	−0,371
$ZnSO_4$	+0,0004985	−0,001341	—	—	−0,372
$CoSO_4$	+0,002302	−0,004000	—	—	−0,575

Die an die Temperaturcoëfficienten α angehängten Indices beziehen sich auf die als Aufhängerichtung dienende magnetische Axe, wobei x die Axe der grössten, y die der mittleren und z die Axe der geringsten Magnetisirbarkeit angiebt.

Die Beobachtung ergab Folgendes:

1) Bei sämmtlichen untersuchten paramagnetischen und diamagnetischen Krystallen des monoklinen und des rhombischen Systems änderte sich innerhalb der benutzten Temperaturgrenzen von 0^0 bis ca. 50^0 die Differenz irgend zweier Hauptmagnetisirungsconstanten eines Moleküls linear mit der Temperatur.

2) Für sämmtliche einer und derselben isomorphen Reihe angehörenden Krystalle stehen die drei, je nach der zur Aufhängungsrichtung gewählten Axe verschiedenen Temperaturcoëfficienten in constantem Verhältnisse zu einander.

3) Sowohl wenn die Axe der schwächsten als auch wenn die Axe der mittleren magnetischen Vertheilung zur verticalen Aufhängungsvorrichtung gewählt wurde, wurde mit Erhöhung der Temperatur eine Abnahme des auf den Krystall ausgeübten Drehungsmomentes beobachtet, dagegen eine Zunahme, wenn die Krystalle mit ihrer Maximumaxe aufgehängt waren.

Ist in einem Krystalle mit drei verschiedenen aufeinander senkrechten Axen V das Volumen des ganzen Krystalles, m das Moment eines Molekularmagneten, n die Anzahl der im Volumelement $\varDelta v$ verhandenen Moleküle, N die Anzahl der im ganzen Krystalle verhandenen Moleküle, sind η_x, η_y, η_z die Winkel, um welche ein in der Richtung der X-, Y- oder Z-Axe gelegenes Molekül durch das Drehungsmoment Eins nach allen Seiten um seinen Schwerpunkt gedreht werden kann, wobei $\eta_x < \eta_y < \eta_z$, und macht die magnetisirende Kraft $\mathfrak{H}$ mit den drei magnetischen Axen die Winkel α, β, γ, und sind endlich die Magnetisirungsconstanten k_x, k_y, k_z die im Volumen Eins durch die magnetirende Kraft Eins erzeugten magnetischen Momente, so ist das von $\mathfrak{H}$ auf den ganzen Krystall ausgeübte Drehungsmoment:

$$D = \frac{N}{3}\mathfrak{H}^2 m^2 \big((\eta_z - \eta_y)^2 \cos^2\beta \cos^2\gamma + (\eta_z - \eta_x)^2 \cos^2\alpha \cos^2\gamma + (\eta_y - \eta_x)^2 \cos^2\alpha \cos\beta^2\big)^{\frac{1}{2}}.$$

Diese Gleichung stimmt mit der von W. Thomson abgeleiteten Gleichung identisch:

$$D = V\mathfrak{H}^2 \big((k_y - k_z)^2 \cos^2\beta \cos^2\gamma + (k_x - k_z)^2 \cos^2\alpha \cos^2\gamma + (k_x - k_y)^2 \cos^2\alpha \cos^2\beta\big)^{\frac{1}{2}}.$$

$\frac{1}{n_x}$, $\frac{1}{n_y}$, $\frac{1}{n_z}$ bezeichnen den Abstand zweier benachbarter, in der Richtung der betreffenden Axen gelegener Moleküle, und Verf. leitet die Beziehung ab:

$$\frac{1}{n_{xt}} = \frac{1}{n_{x0}}(1 + at), \quad \frac{1}{n_{yt}} = \frac{1}{n_{y0}}(1 + bt), \quad \frac{1}{n_{zt}} = \frac{1}{n_{x0}}(1 + ct),$$

wobei a, b, c die linearen Ausdehnungscoëfficienten in der Richtung der drei Axen x, y, z bedeuten.

Ferner wird:

$$\eta_{xt} = \eta_{x0}(1 + at), \qquad \eta_{yt} = \eta_{y0}(1 + bt), \qquad \eta_{zt} = \eta_{z0}(1 + ct),$$

$$D_{xt} = D_{x0}(1 + \alpha_x t), \quad D_{yt} = D_{y0}(1 + \alpha_y t), \quad D_{zt} = D_{z0}(1 + \alpha_z t),$$

$$\alpha_x = \frac{\eta_{z0} \cdot c - \eta_{y0} \cdot b}{\eta_{z0} - \eta_{y0}}, \quad \alpha_y = \frac{\eta_{z0} c - \eta_{x0} a}{\eta_{z0} - \eta_{x0}}, \quad \alpha_z = \frac{\eta_{y0} b - \eta_{x0} a}{\eta_{y0} - \eta_{x0}}.$$

Die Gleichung für D_{xt} drückt die vom Verf. beobachtete Beziehung aus, dass die Drehungsmomente um die drei Axen lineare Functionen der Temperatur sind.

Für isomorphe Körper vermuthet Verf. die Beziehungen:

$$\frac{\eta_{x0}}{\eta_{y0}} = \text{const.} = c_1, \quad \frac{\eta_{x0}}{\eta_{y0}} = \text{const.} = c_2, \quad \frac{a}{b} = \text{const.} = c_3, \quad \frac{a}{c} = \text{const.} = c_4.$$

Ist diese Vermuthung richtig, dann folgt auch die vom Verf. beobachtete Beziehung: $\frac{\alpha_x}{\alpha_y} = \text{const.}$ und $\frac{\alpha_y}{\alpha_z} = \text{const.}$

Sind die Ausdehnungscoëfficienten sämmtlich positiv, so **kann** unter Umständen bei Zunahme der Temperatur auch eine Zunahme der auf den Krystall ausgeübten Drehungsmomente eintreten, wenn die Axe der stärksten Magneti-

sirung zur Axe der Aufhängevorrichtung gemacht wird. Sind die drei Ausdehnungscoëfficienten nicht alle positiv, d. h. findet in einer Richtung mit steigender Temperatur eine Contraction statt, dann muss bei einer bestimmten Aufhängungsrichtung eine Zunahme des Drehungsmomentes mit steigender Temperatur eintreten.

Verf. zeigt in vorstehender Untersuchung, »wie man auf ganz elementare Weise die Gesetze der Einstellung eines Krystalles in einem homogenen Magnetfelde, wie sie durch die Theorie von Sir William Thomson (Phil. Mag. (4) 1851, **1**, 177) entwickelt werden, auch unter Zugrundelegung der Theorie drehbarer Molekularmagnete herleiten kann« und »zeigt im Anschluss hieran, wie die Annahme drehbarer Molekularmagnete, wie sie auch G. Wiedemann (Ann. d. Phys. 1864, **122**, 346) bei seiner Theorie über die Einwirkung der Wärme auf Magnete gemacht hat, uns ein Mittel an die Hand giebt, die Beziehungen, welche zwischen Magnetisirbarkeit, Dichtigkeit und Temperatur eines Krystalles bestehen, theoretisch abzuleiten«.

Bei Krystallen, welche in drei aufeinander senkrechten Richtungen verschieden stark magnetisirbar sind, denkt sich Verf., dass die Molekularmagnete in ihrer Ruhelage nach allen möglichen Richtungen durcheinander liegen, die sich aber durch Complexe von je 6 Molekülen von bestimmter Orientirung ersetzen lassen. Innerhalb eines jeden dieser $\frac{n}{6}$ Complexe müssen wir jene 6 Moleküle uns so denken, dass in jeder der drei Axenrichtungen ein Paar Moleküle von gleicher Stärke aber entgegengesetzter Orientirung liegen, und dass die Drehbarkeit aller parallel zur gleichen Axe orientirter Moleküle dieselbe sei. Das Resultat wird im Uebrigen dasselbe sein, wenn wir statt der vier geordneten magnetischen Moleküle im Ruhezustande nur nach den drei Axen orientirte Moleküle voraussetzten, also statt jener drei Paare von Magneten nur drei einfache annehmen. Jedoch müsste dann der Krystall permanenten, nach aussen wirksamen Magnetismus besitzen. Es ist dies die vom Ref. in dieser Zeitschr. 1897, **30**, 56 entwickelte Auffassung. Das magnetische Moment soll nach dieser die gegenseitige Anordnung der Moleküle im Raume bewirken, eine Wirkung auf grössere Abstände müsste aus ähnlichen Gründen unmöglich sein, aus welchen sich auch die enantiopolaren elektrischen Richtungen im Allgemeinen der Beobachtung entziehen (vgl. diese Zeitschr. 1898, **30**, 341).

Ref.: J. Beckenkamp.

3. O. Mügge (in Königsberg): **Ueber Translationen und verwandte Erscheinungen in Krystallen** (N. Jahrbuch f. Min. etc. 1898, **1**, 71—158).

Verf. dehnt seine früheren Untersuchungen über die Translation der Krystalle von Brombaryum (1889, Ref. diese Zeitschr. **19**, 497) und Kaliummanganchlorür (1892, Ref. diese Zeitschr. **24**, 160) und des Eises (1895, Ref. diese Zeitschr. **28**, 632) auf eine Reihe anderer Körper aus. Die Plasticität der Krystalle scheint allgemein durch das Vorhandensein von Translationsflächen T bedingt zu sein, längs denen Verschiebungen nach bestimmten Richtungen t vor sich gehen können.

Diese Deformation ist wesentlich verschieden von der »einfachen Schiebung nach Gleitflächen«. Die Translation hört nicht bei einer bestimmten Grösse der Schiebung auf und in der optischen Orientirung findet kein Unterschied zwischen dem verschobenen und dem unveränderten Theile des Krystalles statt. Das ein-

fachste Erkennungsmittel dafür, dass an einem Krystalle Translation stattgefunden hat, besteht in der Translationsstreifung. Dieselbe ist auf allen Flächen zu erwarten, die nicht der Zone der Translationsrichtung t angehören, und geht der Translationsfläche T parallel. Die Streifung ist geradlinig, wenn bloss Translation vorliegt, krummlinig, wenn zugleich Krümmung um die in T zu t normal liegende Linie f stattgefunden hat. Auf Flächen der Zone von f bleiben auch im letzteren Falle die Streifen geradlinig. Die Translationsstreifung ist nicht viel feiner als die Zwillings- und Combinationsstreifung. Im Uebrigen wird die Translationsfähigkeit erkannt durch Pressen in der vermutheten Richtung t, Biegung um f, Torsion um t, oder durch Druck-, Schlag- und Ritzfiguren.

1) Anhydrit. Spaltflächen von $\{010\}$ sind häufig parallel der Axe c gefältelt, $\{100\}$ hat dann nur wenige stumpfe Knicke, $\{001\}$ ist von beiden frei. Diese Erscheinung lässt auf eine Verbiegung schliessen, wobei $T = \{010\}$, c die Fältelungsrichtung f, a die Translationsrichtung t ist. Auch durch Pressungsversuche wurde dies bestätigt. Auf $\{010\}$ erhält man beim Kratzen mit einer Nadel $\perp c$ viel Pulver, $\| c$ kein Pulver; die ersteren Risse erscheinen unter dem Mikroskop durch seitliche Sprünge gefiedert, die letzteren sind nicht gefiedert und haben nur in der Rille eine feine Querstreifung. Auf $\{001\}$ erhält man beim Ritzen $\| a$ rechts und links infolge von Ablösung feiner Blättchen $\|\{001\}$ perlmutterglänzende Felder, beim Ritzen $\| b$ fehlen diese.

Als Schlagfigur erhält man auf $\{010\}$ Sprünge $\| c$.

Ein Zusammenhang der Translation mit der nach $\{011\}$ möglichen einfachen Schiebung ist nicht nachweisbar.

2) Antimonglanz, Auripigment und Wismuthglanz. Krystalle von Antimonglanz lassen sich leicht um die Axe a verbiegen. Etwa vorhandene glatte Endflächen erhalten hierbei Streifen $\|\{010\}$. Es ist also $T = \{010\}$, $f = a$, $t = c$.

Beim Ritzen auf $\{010\} \| c = \| t$ erhält man viel Pulver, $\perp c = \| f$ fast gar keines.

»Auf der Spaltfläche $\{100\}$, welche stets muschelig ist, beobachtet man fast immer eine eigenthümliche bogige Streifung, wobei die convexen Seiten der Bögen alle derselben Seite der Axe c zugewendet sind. Es scheint sich dabei nicht um eine blosse Oberflächenstreifung zu handeln, denn man findet sie auf frischen Spaltflächen. Sie weist vielleicht auf einen Lamellenbau nach nur einer sehr steilen Fläche $\{h0l\}$ und also vielleicht auf monokline Symmetrie hin; indessen kann sie auch durch Anwachsschichten längs einer $\{100\}$ benachbarten Fläche $\{h0l\}$ veranlasst und dann mit rhombischer Symmetrie verträglich sein.«

Wismuthglanz, Auripigment und Selenwismuthglanz verhalten sich bezüglich ihrer Translationsfähigkeit ähnlich wie Antimonglanz.

3) Cyanit. Dünne Cyanitblättchen sind leicht biegsam um die $\perp c$ innerhalb der vollkommensten Spaltbarkeit gelegene Richtung, daher $T = \{100\}$, $t \| c$. Die früher auch vom Verf. angenommene Gleitung nach $\{001\}$ lässt sich nicht aufrecht halten; $\{001\}$ darf nur als »Knickfläche« bezeichnet werden, weil die Translationen an Sprüngen nach $\{001\}$ leicht eine Unterbrechung der Störung erfahren. Da solche Knickungsebenen den Winkel des Knickes halbiren, so sind sie leicht mit Zwillingsebenen zu verwechseln, von denen sie aber durch physikalische Untersuchungen zu unterscheiden sind. Als Knickflächen treten besonders Spaltflächen auf, die dann auch leicht Absonderungsflächen werden.

Spaltstücke nach $\{100\}$ und $\{010\}$ lassen sich leicht um c torquiren, wobei

{100} und {010} glatt bleiben, die Endflächen dagegen nach {100} streifig werden.

Die Ritzbarkeit auf {100} ist || c viel grösser als $\perp c$. Absonderungsflächen {001} lassen sich zuweilen parallel a in der Richtung von der scharfen zur stumpfen Kante (001) : (100) mit der Nadel ritzen, in der Gegenrichtung nicht.

4) Kaliummanganchlorür $KMnCl_3 + 2aq$. Die nach der Richtung $t = [101]$ säulenförmigen Krystalle lassen erkennen, dass sie um die Translationsrichtung t torquirbar sind.

5) Gyps. Beim Eindrücken eines feinen Messers auf {010} senkrecht zu c findet Translation || c statt. Die Endflächen {$\bar{1}$11} werden hierbei streifig nach {010}, {110} bleibt glatt.

Biegung erfolgt um eine Richtung $\perp c$ in {010}; auch hierbei bleibt {110} glatt, die Endflächen werden streifig nach {010}.

Auch torquirbar um c ist der Gyps in hohem Grade; eine Drehung von 45^0—60^0 konnte ausgeführt werden, ohne dass ein Riss entstand; auch hierbei werden die Endflächen gestreift, die Säulenflächen bleiben glatt.

Die Fasergypse, deren Längsrichtung Ref. bereits früher (vgl. diese Zeitschr. 1890, **17**, 332) bei den Fasergypsen von Zimmersheim als der Axe c parallel gehend erkannt hat, eine Beobachtung, die Verf. auch an solchen von Nordhausen und von Wales »mit grosser Wahrscheinlichkeit« machte, eignen sich besonders gut, um die Torsionsfähigkeit um ihre Längsrichtung zu demonstriren.

Auch den Faserbruch des Gypses nach {$\bar{1}$11} erklärt Verf. zum Theil wenigstens als von der Translationsfähigkeit herrührend.

Ausser der Translation || c beobachtete Verf. auf {010} noch eine zweite Translationsrichtung, die vielleicht der Kante (010) : ($\bar{1}$03) parallel geht.

Risse || c auf {010} erscheinen unter dem Mikroskope gefiedert durch Spältchen, welche symmetrisch zu c sind; sie convergiren nach der Richtung, aus welcher das Ritzen begonnen hat. Senkrecht zur vorigen Richtung erscheinen ebenfalls gefiederte Ritze, deren Fiedern || {$\bar{1}$11} und {111} gehen. Grosse Unterschiede zeigt {110}; senkrecht c, in der Richtung von a nach b, erhält man eine feine Linie mit nur kleinen Sprüngen annähernd || {010}; von b nach a entstehen grosse Sprünge nach {010}; || c erhält man ein System paralleler Risse nach c.

6) Vivianitgruppe. Durch Aufsetzen des Messers auf {010} $\perp c$ eines Vivianitkrystalles lässt sich nachweisen, dass Translation || c stattfindet; daraus folgt $T = \{010\}$, $t = [001] = c$.

Für Kobaltblüthe wurde Torsion um c beobachtet, so dass auch hier $t = c$.

7) Lorandit und Miargyrit. Am Lorandit ergaben einige Versuche mit dem Messer, dass {10$\bar{1}$} Translationsfläche und $b = [010]$ Translationsrichtung sei.

Am Miargyrit konnte Translation nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen werden.

8) Glimmer. Infolge des Umstandes, dass in Gesteinen Glimmerkrystalle mit halbwegs deutlich erhaltenen Seitenflächen sehr selten sind, schliesst Verf., dass diese durch Translationen längs {001} unkenntlich werden. Sehr dünne, nach einer Richtung der Druckfigur gestreckte Fasern kann man sehr stark torquiren; Torsion um die Schlaglinien konnte nicht festgestellt werden.

Wenn man ein grosses, auf etwas nachgiebiger Unterlage ruhendes Glimmerblättchen von etwa 0,1—0,2 mm Dicke etwa 1 cm vom Rande mit dem rund abgeschmolzenen Glasstäbchen vorsichtig und nur soweit drückt, dass noch keine

Sprünge der Druckfigur entstehen, so bildet sich eine dauernde, unelastische Durchbiegung von dreiseitigem Umriss, welche mehr noch als die Schlag- und Druckfigur zur Orientirung am Glimmer geeignet ist, da sie auch eine Unterscheidung des stumpfen und spitzen Winkels β gestattet; sie wird »Biegungsfigur« genannt. Durch Spiegelung einer entfernten Flamme erhält man einen dreistrahligen Stern, der für alle Figuren auf (001) dieselbe Lage hat, möge sie durch Druck auf die Ober- oder Unterseite entstanden sein. Die Figuren sind gebildet von einer positiven Orthodomenfläche und zwei negativen Pyramiden. Da bei einiger Vorsicht keine Sprünge auftreten, so ist ihre Bildung durch Translation zu erklären, und zwar so, dass die Reihen von Theilchen längs den Kanten zu (100) und $(h.3h.l)$ sich unabhängig von einander, jede parallel ihre Längsrichtung bewegen. Geschieht der Druck zu schnell oder zu intensiv, so entsteht die Druckfigur. Die Schlagfigur entsteht aus der Biegungsfigur wohl durch Aufreissen des kleinen dreiseitigen Gewölbes der Biegungsfigur nach seinen Symmetrielinien. Sie entsteht auch dann, wenn man nach Herstellung der Biegungsfigur und der Druckfigur noch stark weiter presst. Sehr auffallend ist, dass die ausgeprägt monokline Symmetrie der Biegungsfigur in der Schlagfigur meist nicht wiederkehrt, da die Schlagstrahlen sich meist nach beiden Seiten von der Schlagstelle aus erstrecken.

9) Graphit und Molybdänglanz. Die von H. J. Sjögren (diese Zeitschr. 1885, **10**, 506) beschriebenen triangulären Streifen beim Graphit erklärt Verf. durch Knickung wahrscheinlich in Folge Translation längs (0001) senkrecht zur Richtung der triangulären Streifen.

Auch die von Brögger beschriebenen triangulären Streifen auf der Spaltungsfläche des Molybdänglanzes wären vielleicht in ähnlicher Weise zu erklären.

10) Brucit. Blättchen von Brucit lassen sich nach drei unter 60^0 geneigten Richtungen knicken, und diesen Richtungen gehen die Hauptstrahlen der Schlagfigur parallel.

Die feinfaserige Varietät Nemalith ist nach einer Richtung in (0001) gestreckt und lässt sich sehr stark um diese Richtung tordiren.

11) Brombaryum $BaBr_2 + 2$aq. Da Brombaryumkrystalle verhältnissmässig leicht Translation längs (100) auf der Vorderfläche von $+c$ nach $-c$ eingehen, so ist Biegung nach b möglich. Nach der c-Axe verlängerte Krystalle lassen sich leicht um c torquiren. Drückt man eine Nadel in die Fläche (100), so entsteht ein Sprung $\parallel b$.

12) Pyroxen. Fältelung der Spaltfläche (010) um die horizontale Axe an Bronziten deutet auf Translation längs (010) nach der Axe c. Bei monoklinen Pyroxenen erscheint Translation längs (100) parallel c wahrscheinlich in Folge der Beobachtung von Biegungen um b. Die Absonderung der Diallage nach (100) und (001), ebenso die Seltenheit der Endflächen derselben führt Verf. auf dieselbe Translation zurück. Die Härte des Diopsids auf der vorderen Fläche (100) $\parallel c$ von unten nach oben ist 5—6, in der Gegenrichtung fast 7. Im ersteren Falle erhält man mit der Nadel einen Riss mit viel Pulver, im letzteren Falle keinen Riss. $\perp c$ ist die Ritzbarkeit in (100) noch geringer.

13) Kalkspath und Natronsalpeter. Bringt man Spaltstücke von 10—20 mm Länge und 5—10 mm Breite und Dicke so in die Krystallpresse, als wollte man einfache Schiebung nach der langen Kante des Stückes bewirken, so gelingt dies gewöhnlich nicht, dagegen entstehen allerdings leicht noch einfache Schiebungen nach den kürzeren Kanten, wenn das Stück, wie es häufig vorkommt, sich etwas seitlich neigt. Verhindert man dies, so tritt bei gestei-

gertem Druck plötzlich eine Knickung des ganzes Stückes ein. Der Winkel des Knickes geht bis etwa 25°. Die Stücke sind durch und durch feinfaserig geworden, parallel der Diagonalen der oberen und unteren Spaltfläche. Durch stärkeres Pressen kleinerer Stücke gegen weiches Holz, als sollte eine einfache Schiebung stattfinden, kann ebenfalls jene Biegung erzeugt werden. Ob diese Biegung lediglich durch den Zerfall in feinere Zwillingslamellen nach $(01\bar{1}2)$ ermöglicht wird, oder durch Translation längs $(01\bar{1}2)$, lässt sich nicht entscheiden. Auch bei der Entstehung der Schlagfigur auf R wird eine Umstellung der Theilchen in Zwillingsstellung und zwar auch hier unter Krümmung der Lamellen um die lange Kante der Schlagfigur bewirkt, weil der Raum für die Umlagerung fehlt, indem die feinen Lamellen den Krystall nur etwa bis zur selben Tiefe durchsetzen wie der Metallstift.

Die Schlagfigur auf den Spaltflächen des Natronsalpeters ist der des Kalkspathes ähnlich. Das entstandene Dreieck hat dieselbe Orientirung zur Polecke, indessen sind die feinen Lamellen auch symmetrisch zum Sprunge nach $(11\bar{2}0)$ geknickt.

14) Bleiglanz. Auf den Würfelflächen verläuft häufig eine feine Streifung $\parallel (001)$, zuweilen auch gebogen oder gefältelt nach den Diagonalen der Spaltflächen. Es lässt dies auf Translation längs (001) schliessen, wobei die Diagonale der Würfelfläche Translationsrichtung ist. Verf. bestätigt diese Erklärung auch durch Druckversuche. Auch den Versuch Bauer's deutet Verf. in gleicher Weise.

Bauer drückte einen vorn halbkugelig abgerundeten Metallstift auf die Würfelfläche von Spaltungsstückchen, welche sich auf einer etwas nachgiebigen Unterlage befanden. Bei Stückchen bis zu 5 mm Dicke entstand auf der oberen gepressten Fläche eine vierseitige Vertiefung, Delle, auf der Gegenfläche eine Aufwölbung von der Form einer flachen vierseitigen Pyramide mit etwas gerundeten Flächen. Die Kanten der Grundfläche der Delle und der Aufwölbung verlaufen diagonal zu den Würfelkanten. Verf. nimmt an, dass auch hierbei Biegung um die Diagonale der gepressten Würfelfläche stattfindet unter Translation der gebogenen Theile nach dieser selben Würfelfläche längs den zu jenen Diagonalen senkrechten Richtungen. Jede Diagonale der Würfelfläche stellt hier also gleichzeitig t und f dar. Daher ist ein erheblicher Unterschied in der Ritzbarkeit nicht zu erwarten.

15) Steinsalz, Sylvin und Salmiak. Reusch hat (1867) bemerkt, dass zwischen zwei Würfelflächen gepresste Spaltstücke von Steinsalz auf den nicht gepressten Spaltflächen eine Oberflächenstreifung senkrecht zur Druckrichtung annehmen, und dass sich die Stücke unter Aufspaltung krümmen. Werden die gepressten Würfelflächen durch Korkplättchen geschützt, so kann man auf diesen letzten Flächen eine Kreuzstreifung parallel zu ihren Kanten beobachten.

Beim Eindringen einer Nadel in die Spaltfläche entsteht die Schlagfigur. Der Vorgang ist nach Annahme des Verf. folgender: Durch das Eindringen der Nadel wird die Krystallmasse, da sie nach unten und den Seiten nicht ausweichen kann, nach oben gedrängt, und zwar unter Translation nach den vier zur geschlagenen Würfelfläche unter 45° geneigten Flächen (110). Die Schlagfigur wird deshalb von einer vierseitigen erhöhten Pyramide[1]) umgeben, deren vier Flächen Translationsstreifung nach den genannten Flächen (110) zeigen. Bei den Bewegungen schräg nach oben, welche von Biegungen um die Kanten der oberen Würfelfläche begleitet werden, entstehen Spannungen, welche in dem

1) S. auch diese Zeitschr. **31**, 520.

Aufreissen des entstandenen Gewölbes nach seinen Diagonalen ihre Auslösung finden. Die so entstandenen Sprünge entsprechen also Reissflächen.

Die Ritzfiguren am Steinsalz werden nach Cesàro (diese Zeitschr. 1893, **21**, 303) beschrieben.

Beim Sylvin ist wie beim Steinsalz $T = (110)$, $t = [1\bar{1}0]$, $f = [001]$. Die nach Brauns (1886) bei der Schlagfigur einer Fläche $(h.k.l)$ entsprechenden Sprünge sind nach Ansicht des Verf. nur unregelmässige Abweichungen von der Lage (110).

Rhombendodekaëder von Salmiak dagegen zeigten nach dem Pressen zwischen zwei Flächen (110) Lamellen, welche der grossen Diagonale von (110) parallel gehen, also nicht nach einer der Flächen (110) eingeschaltet sein können.

16) Columbit. Die Krystalle erscheinen meist gestreift, und zwar ist die Streifung viel feiner, als dies bei der Combinationsstreifung der Fall zu sein pflegt, und sie erscheint zuweilen auch auf Abdruckflächen, die Riefen und Unebenheiten derselben überziehend, als wären es sehr feine Zwillingslamellen nach (010). Da aber Columbit rhombisch anzunehmen ist, so ist dies ausgeschlossen und die Streifung durch Translation nach (010) bedingt, bei der vielleicht die Kante (111):(010) die Translationsrichtung bildet.

17) Wolframit. Die Krystalle zeigen mitunter auf allen Flächen ein doppeltes System sehr feiner Streifen nach (010) und (100); auf frischen Spaltflächen (100) fehlen die Streifen. Gegen die Deutung derselben als Zwillingsstreifen spricht das optische Verhalten.

18) Baryt. Verf. hält die von Breithaupt (1866) beschriebenen Zwillinge nach (901) auf basischen Spaltflächen und ebenso vielleicht auch die von Bauer (1887) und dann auch von Scheibler, Eck und Philippi beschriebene Zwillingslamellirung nach (601) für eine mit Translation zusammenhängende Knickung. Verf. bemerkt ferner[1]): »dass der Baryt leicht Biegungen um die Axe b unter Translation nach (001) parallel a eingehe, ist nach der Seltenheit des Vorkommens solcher Lamellen nicht gerade wahrscheinlich; und so ist es nicht zu verwundern, dass Versuche, sie zu bewirken, bisher erfolglos geblieben sind«.

19) Quarz und Olivin. Verf. bespricht die von Becke (1892 und 1895) beschriebenen Streifungen am Quarz, welche Becke als ausgeheilte Zerrklüfte deutet und mit ähnlichen Streifen am Olivin vergleicht. Verf. vermuthet, dass es sich auch hier um Translationen handelt.

Die folgende Tabelle (S. 175) enthält eine Uebersicht derjenigen Substanzen, an welchen bisher Translation und verwandte Erscheinungen beobachtet wurden.

Ref.: J. Beckenkamp.

---

1) Dem Verf. waren anscheinend die vom Ref. (diese Zeitschr. 1897, **27**, 6) beschriebene Zwillingsbildung des Baryts nach (2.1.128) sowie nach (0.300.1) damals noch nicht bekannt. Ref. bemerkte damals in Bezug auf die ersteren: »Da wir es mit aufgewachsenen Krystallen zu thun haben, so ist an eine nachträgliche homogene Deformation nach einer Gleitfläche durch äusseren Druck nicht zu denken; es ist mir auch in keinem Falle gelungen, eine solche künstlich herzustellen. Es müssen also schon bei der Bildung der Krystalle an der Grenzfläche zwischen den beiden Hälften gewisse störende Kräfte vorhanden gewesen sein, welche eine symmetrische Anordnung derselben nach der Basis, die doch viel natürlicher erscheint, verhinderten. Genau dasselbe gilt auch für die Zwillinge nach dem Brachydoma.« Welcher Art wohl diese »störenden Kräfte« nach Ansicht des Ref. gewesen sind, ist von ihm in den folgenden Mittheilungen »Zur Symmetrie der Krystalle« mehrfach erörtert worden.

	Translations- Ebene T	Translations- Richtung t	Fältelungsrichtung f	Torsions-axe	Spaltungsflächen	Angebliche und nachgewiesene Zwillingsflächen der Zone f
Kaliummanganchlorür	{010}	[101]	$\lambda = \perp t$ in T	[101]	{010}	?
Cyanit	{100}	[001]	$\perp t$ in T ca. [010]	[001]	{100},{010},{001},{0$\bar{1}$1}	{100},{001},{$\bar{3}$08} ca.
Brombaryum	{100}	[001]	[010]	[001]	{001}, {100} ?	{100},{001},{$\bar{1}$01}
Augit	?{100}	?[001]	[010]	—	{110}, {010}	{100}, {001}
Lorandit	{10$\bar{1}$}	[010]	[101]	—	{10$\bar{1}$}, {100}, {101}	—
Miargyrit	?{100}	?[010]	—	—	—	—
Gyps	{010}	[001], [301] ?	$\perp t$ in T, [$\bar{1}$01], $\perp$[$\bar{1}$01]?	[001]	{010}, {100}, {$\bar{1}$11}	—
Vivianit u. Kobaltblüthe	{010}	[001]	$\perp t$ in T	[001]	{010}, {100}, {$\bar{1}$01}	—
Glimmer	{001}	[100]?,[110]?	[010], [130] ca.	‖ f	{001}, {$h0l$}, {$h.3h.l$}, {010}, {hhl}	angeblich zahlreiche Flächen
Wolframit	{010}?, {100}	—	—	—	{010}	—
Antimonglanz	{010}	[001]	[100]	[001]	{010},{110},{100},{001} {101}	—
Wismuthglanz u. Auripigment	{010}	[001]	[100]	—	{010},{110},{100},{001}	—
Anhydrit	{010}	[100]	[001]	—	{010}, {100}, {001}	{120}
Bronzit	{010}?	[001]?	[100]	—	{010}, {110}, {100}	{014}
Columbit	{010}	[101]?	$\perp$ [101] in {010} ?	—	{010}, {100}	—
Baryt	{001}?	[100]?	[010] ?	—	{001}, {110}, {010}	{901}, {601}
Eis	{0001}	—	in {0001}	in {0001}	{0001} ?	—
Graphit u. Molybdängl.	{0001}?	$\perp f$ in T ?	[01$\bar{1}$0]	—	{0001}	{10$\bar{1}$1}, {10$\bar{1}$2}
Brucit	{0001}?	—	in {0001}	in {0001}	{0001}	—
Kalkspath	{01$\bar{1}$2}	entgegen der Gleitrichtung	‖ der Kante zur Basis	—	{10$\bar{1}$1}	{01$\bar{1}$2}, {10$\bar{1}$1}, {02$\bar{2}$1}, {0001}
Bleiglanz	{001}	[1$\bar{1}$0]	[110]	—	{001}	{111}, {113}, {441}
Steinsalz und Sylvin	{110}	[1$\bar{1}$0]	[001]	—	{001}, {110} ?	—
Salmiak	{001}?	—	—	—	—	—

4. K. Busz (in Münster i. W.): **Calcit, Hornblende, Andesin aus dem Siebengebirge** (Neues Jahrb. f. Mineral., Geol. etc. 1898, **1**, 33—39).

1) Calcit vom Petersberge. Die 0,5—2,5 cm grossen, rein gelben Krystalle finden sich zusammen mit Phillipsit in Hohlräumen des Basalts, sie zeigen $\{7.6.\bar{13}.1\}$ mit z. Th. gestreiften und gewölbten Flächen, $\{10\bar{1}1\}$ und $\{02\bar{2}1\}$.

2) Hornblende von der Wolkenburg. Ein über 4 cm langer, 2—3 cm breiter Krystall aus dem Andesit zeigt die Comb. $\{110\}$, $\{010\}$, $\{100\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{001\}$, $\{021\}$ mit grauen, matten Flächen.

3) Andesin vom Stenzelberge. In dem Andesit fand sich ein Einschluss eines stark veränderten Granits, in dem Andesin, dunkler Glimmer, Pleonast und Zirkon nachgewiesen werden konnte. Die bis 4 mm grossen, theils glänzenden, theils mit einer mattweissen Kruste bedeckten Kryställchen sind auch in einem Hohlraume frei auskrystallisirt, sie sind flachtafelförmig nach (010) und zeigen Zwillingsbildung nach dem Albit-, Karlsbader- und Periklingesetze und die Formen $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{1\bar{2}0\}$, $\{130\}$, $\{100\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{2}01\}$, neu ist $\{1\bar{2}0\}$; $(010):(120)$ gemessen $40^0 19'$, berechnet $40^0 32'$. Die Auslöschungsschiefe auf (010) gegen die Kante mit (001) wurde zu 7^0—$7\frac{1}{2}^0$ gemessen. Spec. Gew. = 2,66.

Ref.: H. Traube.

5. R. Brauns (in Giessen): **Ueber Polymorphie und die optischen Anomalien von chlor- und bromsaurem Natron** (Ebenda 40—59, mit 8 Fig.).

Ausser der stabilen regulär-tetartoëdrischen (tedraëdrisch-pentagondodekaëdrischen) und der labilen rhomboëdrischen (ditrigonal-skalenoëdrischen) Form am chlorsauren Natron, die zuerst von Mallard (diese Zeitschr. **11**, 654) und später von Retgers (diese Zeitschr. **23**, 266) beobachtet wurden, gelang es Verf. noch eine weitere labile und zwar rhombische Form nachzuweisen. Die doppeltbrechenden Modificationen entstehen in stark übersättigten Lösungen bei ruhiger Verdunstung. Isolirte Krystalle der rhombischen Form konnten nicht angetroffen werden, sondern nur Wachsthumsformen, die aus dicht neben- und übereinander liegenden, stark doppeltbrechenden Täfelchen bestehen.

Bromsaures Natron kann ausser regulär auch rhombisch krystallisiren, meist in Wachsthumsformen, bisweilen aber auch in rhombischen Täfelchen mit einem Winkel von 118^0. Aus einer gemischten Lösung von $NaClO_3$ und $NaBrO_3$ entstehen auch rhomboëdrische Mischkrystalle. Abgesehen von zwei weiteren, von Retgers (diese Zeitschr. **19**, 627) beobachteten Modificationen am Natriumnitrat bilden also die Salze $NaClO_3$, $NaBrO_3$, $NaNO_3$ eine isotrimorphe Gruppe. Stabil ist hierbei die reguläre Form bei $NaClO_3$ und $NaBrO_3$, die rhomboëdrische bei $NaNO_3$.

Verf. hat die Beobachtung von Retgers (diese Zeitschr. **19**, 628), dass Krystalle von reinem $NaClO_3$ keine optischen Anomalien zeigen, schon früher bestätigt (diese Zeitschr. **22**, 177) und neuerdings zahlreiche orientirte Schliffe von Krystallen (reinen Würfeln), die aus einer Lösung von 100 g $NaClO_3$ und 20 g $NaBrO_3$ entstanden waren, untersucht. Das optische Verhalten dieser Mischkrystalle schien bisher im Widerspruch mit der Vorstellung zu stehen, dass durch isomorphe Beimischung in den Ebenen der Krystallflächen nach deren geometrischer Symmetrie orientirte Spannungen erzeugt werden. Die neuen Beobachtungen ergaben: Die Mischkrystalle sind optisch zweiaxig. Auf jeder Würfelfläche eines ringsum ausgebildeten Krystalles treten normal zur Fläche vier optische Axen aus. Der innere optische Axenwinkel beträgt 90^0. Die Mittel-

linie eines optischen Axenwinkels ist immer senkrecht zu einer Dodekaëderfläche, zu der die beiden optischen Axen symmetrisch und gleich geneigt sind, und beide Halbirungslinien je eines optischen Axenwinkels fallen in diejenige Würfelfläche, die zu jenen beiden anderen, auf denen diese optischen Axen austreten, senkrecht ist. Die Schwingungsrichtungen fallen demnach in die Richtung der Diagonalen dieser Würfelflächen und die optischen Elasticitätsaxen innerhalb der Würfelflächen liegen diagonal und so, dass auf je drei nicht in einer Zone liegenden Würfelflächen gleichnamige Elasticitätsaxen nach derjenigen Tetraëderfläche zu gerichtet sind, welche die von jenen drei Würfelflächen gebildete Ecke abstumpfen würde. Die Mischkrystalle sind das erste Beispiel von elliptischer Polarisation des Lichtes in frei aufgewachsenen Krystallen, die diese Eigenschaft während ihres Wachsthums und nicht erst nachträglich durch von aussen wirkende Kräfte erhalten haben. Durch Erwärmung verschwindet die Doppelbrechung dauernd. Optisch normale Krystalle von $NaClO_3$ werden durch einseitigen Druck doppeltbrechend, die Druckrichtung wird zur grössten optischen Elasticitätsaxe. Das optische Verhalten der Mischkrystalle zeigt hiernach grosse Uebereinstimmung mit dem Verhalten, das F. Pockels (diese Zeitschr. **21**, 137) für solche würfelige Krystalle von $NaClO_3$ vorausgesagt hat, in denen durch die Diëlektripolarisation im elektrischen Felde Doppelbrechung erzeugt wird. Wenn die Kraftlinien parallel einer Würfelnormale sind, wird ein solcher Krystall optisch zweiaxig, derart dass die optischen Axen in beide zur Richtung der elektrischen Kraftlinien senkrechte Würfelnormalen fallen. Während des Wachsens der Mischkrystalle sind dadurch, dass chemisch verschiedene Moleküle in den Bau eingetreten sind, Kräfte zur Geltung gekommen, welche die gleichen Aenderungen im optischen Verhalten herbeigeführt haben, als wie sie in einem optisch normalen Krystalle im elektrischen Felde erzeugt werden.

Ref.: H. Traube.

6. **L. Darapsky** (in Playa Blanca, Chile): **Kubeït** (N. Jahrb. f. Miner. u. s. w. 1898, **1**, 163).

Das Mineral bildet hochrothe, glasglänzende, sehr spröde und brüchige, bis 4 cm grosse, rhombische oder monokline Doppelpyramiden, stammt aus der Umgebung des Loa-Flusses, Wüste Atacama, und ist ein Eisenmagnesiasesquialaun $Fe_2O_3.2SO_3 + 2(MgO.SO_3) + 18H_2O$. Die Analyse ergab:

Schwefelsäure	36,4
Eisenoxyd	19,3
Magnesia	7,8
Wasser	33,7
Kalk (Differenz)	0,1
Unlösliches	2,7

Ref.: H. Traube.

7. **M. E. Wadsworth** (in Houghton, Michigan): **Zirkelit eine Prioritätsfrage** (Ebenda 164).

Verf. hält den Namen Zirkelit für das von Hussak und Prior (diese Zeitschr. 28, 212) beschriebene Mineral nicht für zweckmässig, da er bereits 1887 mit dieser Bezeichnung ein Gestein der Basaltfamilie belegt hat.

Ref.: H. Traube.

8. **K. Dalmer** (in Blankenburg in Thüringen): **Ueber die Beziehungen des Thuringit zum Chlorit und über die chemische Constitution der Chloritgruppe** (N. Jahrb. f. Mineral. u. s. w. 1898, **1**, 165—168).

Die Beziehungen des Thuringit zum Chlorit treten schärfer als nach der Tschermak'schen Auffassung hervor, wenn man die von Rammelsberg für Thuringit ermittelte Formel $T = SiO_2(R_2O_3)$ und für Olivin $Ol = SiO_2(RO)_2$ auch für den Chlorit, oder noch besser seine Chloritformel, Mischung von Chloritoid $Cd = SiO_2.R_2O_3.RO$ und von Ol, für den Thuringit in Anwendung bringt und zwar verdoppelt: $2Cd = SiO_2.Al_2O_3 + SiO_2(MgO)_2 = T$. Was den Wassergehalt anbetrifft, so erscheint es am meisten angebracht für die Chlorite $1Cd + 2H_2O : 1Ol + 1H_2O$, für die Thuringite theils $1Cd + 2H_2O : 1Ol + \frac{1}{2}H_2O$, theils $1Cd + 2H_2O : 1Ol$ anzunehmen, weniger gut $1\frac{1}{2}H_2O$ für $1Cd$ und $1\frac{1}{4}H_2O$ für $1Ol$. Zum Schlusse ist eine Tabelle angefügt, in der die der Mineralchemie von Rammelsberg entnommenen, hierher gehörigen Analysen in der Weise verwerthet sind, dass angegeben sind: 1) die berechneten Molekularverhältnisse von $SiO_2.R_2O_3.RO.H_2O$, 2) welche Mischungen von Ol und Cd diesen Molekularverhältnissen entsprechen, 3) welche Molekularverhältnisse diese Mischungen erheischen, 4) welchen Wassergehalt die Mischungsformeln verlangen, wenn man bezüglich des Wassergehaltes die eine oder die andere Annahme macht. — $1Cd : 2Ol$ und $1At : 1Sp$ bei Tschermak haben die gleichen Molekularverhältnisse, $1Cd : 3Ol$ und $3At : 3Sp$ weichen nur wenig von einander ab, mehr dagegen $1Cd : 4O$ und $1At : 2Sp$. Dem Thuringit $2Cd : 1Ol$ kommen $4\frac{1}{2}H_2O$ zu. Von den Thuringiten zu unterscheiden sind chloritartige Minerale, die fast die gleichen Mischungsverhältnisse wie diese aufweisen, in ihrem Wassergehalte aber dem Chlorit nahestehen, z. B. Daphnit $[4(Cd + 2H_2O) : 3(Ol + 1H_2O)$ und Cronstedtit: $[Cd + 2H_2O : Ol : 1H_2O)$. Bei Anwendung der Formel $Cd + Ol$ lässt sich auch die contactmetamorphe Umwandlung chloritischer Minerale gut erklären.

Ref.: H. Traube.

9. **H. Metzke** (in Rostock): **Ueber die Darstellung von künstlichem Skorodit** (Ebenda 169—170).

4 g eines Präparates $Fe_2O_3.3As_2O_5.17H_2O$ mit 10 g As_2O_5, 20 g H_2O und 1 ccm H_2O_2 im zugeschmolzenen Rohre 14 Tage bei 150° C. erhitzt, ergaben ein Pulver hellglänzender Krystalle. Es bestand z. Th. aus Skorodit in gut ausgebildeten, hell grünlichblauen Kryställchen der Combination {100}, {111}, {120}, {001}, {101}, zumeist jedoch aus durchsichtigen, gelbgrünen, rhombischen Krystallfragmenten einer anscheinend nicht doppeltbrechenden Substanz. Die Analyse der letzteren ergab Fe_2O_3 38,48, As_2O_5 55,03, H_2O (Differenz) 6,49, also eine Verbindung, die zwischen $Fe_2O_3.As_2O_5.H_2O$ und $Fe_2O_3.As_2O_5.2H_2O$ steht, wahrscheinlich aber durch Skorodit verunreinigt ist. Bei Anwendung von 29,37% Fe_2O_3, 39,73 As_2O_5, 30,90 H_2O bildete sich kein Skorodit. Wurden 5,5 $Fe_2O_3.As_2O_5.10H_2O$ in 21 ccm As_2O_5-Lösung gelöst und im geschmolzenen Rohre bei 70°—80° C. vier Tage erhitzt, so entstand Skorodit, ebenso beim Abdampfen einer mässig salzsauren Lösung von basischen Ferriarseniaten.

Ref.: H. Traube.

10. **H. Traube** (in Berlin): **Eine einfache Glimmerdoppelplatte zu stauroskopischen Bestimmungen** (Ebenda 251, mit 1 Fig.).

Die Doppelplatte setzt sich aus zwei nebeneinander gelegten Viertelundulationsglimmerlamellen in der Weise zusammen, dass die optischen Axenebenen

in beiden miteinander einen Winkel von 7° einschliessen; sie steht bei bedeutend einfacherer Herstellung in ihrer Wirkung der Calderon'schen Doppelplatte gleich.

Ref.: H. Traube.

11. A. Weisbach (in Freiberg i. S.): **Witherit von der Grube Himmelsfürst bei Freiberg** (Ebenda 252).

Witherit, der auf Bleiglanzgängen Englands bisweilen massenhaft auftritt, wird vom Verf. zum ersten Male (von Andreasberg abgesehen) auf einer deutschen Lagerstätte dieser Art auf dem Karl Stehenden der Grube Himmelsfürst bei Brand angegeben. Die bis 2 cm grossen pyramidalen Krystalle gleichen denen von Fallowfield bei Hexham, Northumberland und sind begleitet von Baryt, Pyrit, Calcit, Braunspath; Baryt ist die älteste, Witherit die jüngste Bildung. [Verf. bemerkt, dass das von Hausmann 1847 angegebene Vorkommen von Witherit bei Tarnowitz weder in der Zusammenstellung schlesischer Minerale von Fiedler (1863), noch in der des Ref. 1888 berücksichtigt wird. Es ist jedoch sehr wahrscheinlich, dass die von Hausmann als Witherit angesprochenen Krystalle Tarnowitzit waren, der in seiner Ausbildung dem Witherit häufig vollkommen gleicht. D. Ref.]

Ref.: H. Traube.

12. R. Brauns (in Giessen): **Diopsid (Salit) als Verwitterungsproduct in Paläopikrit von Medenbach bei Herborn** (Ebenda 1898, **2**, 79—88).

Der Salit findet sich auf Klüften eines Paläopikrits, mit wenig Serpentin und Calcit, und tritt in mikroskopischen Kryställchen im Paläopikrit selbst auf; er ist licht- bis gelblichgrau, matt, scheinbar erdig, auf frischem Bruche zeigt er verworren faserige Structur, die bisweilen Asbest-ähnlich werden kann. Auslöschungsschiefe $c:\mathfrak{c}$ ca. 40°, optische Orientirung wie Diopsid, ziemlich häufig Zwillingsbildung nach (100). Spec. Gew. 3,31. Die Analyse ausgeführt von Noack ergab:

SiO_2	55,56
FeO	3,65
CaO	24,51
MgO	15,58
	99,30 ausserdem MnO in Spuren.

Der Salit ist, ebenso wie Serpentin, Tremolit, Granat und andere im Paläopikrit auftretende Neubildungen, durch Einwirkung von wässerigen Lösungen auf die Mineralien des Gesteins entstanden und zwar der Salit speciell aus Olivin und Plagioklas.

Ref.: H. Traube.

13. H. Gemböck (in Innsbruck): **Ueber den Andalusit vom Montavon in Vorarlberg** (Ebenda 89—98, mit 1 Fig.).

Von dem zuerst von Rompel (diese Zeitschr. **27**, 430) erwähnten Vorkommen beschreibt Verf. bis 4 cm lange flächenreiche Krystalle, welche die Formen {110}, {001}, {011}, {101}, {100}, {210}, {013}, {111}, wahrscheinlich auch {010}, {320}, {121} erkennen lassen. Die Flächen zeigen meist schlechte Beschaffenheit, die Messungen mussten daher z. Th. mit dem Anlegegoniometer ausgeführt werden. Zwillingsbildung wurde nicht beobachtet. Frischer Andalusit zeigt rothe Farbe, deutliche Spaltbarkeit und H. = 7, während der

in Umwandlung (in Muscovit, Nakrit, Chlorit) begriffene schmutzig- bis lichtgrün ist; H. = 3. Die blaue Färbung mancher Andalusite rührt von primär eingewachsenem Cyanit her, die schwarze von beigemengtem Brauneisen. Auch mit Glimmer ist der Andalusit primär verwachsen. In den Quarzlinsen des Glimmerschiefers, in denen sich der Andalusit concordant eingewachsen findet, wird er begleitet von Cordierit-Pinit, Magnetit, Buchholzit, Epidot, Quarz, Granat. Der Andalusit findet sich ausserdem am Kamme zwischen Oetzthal und Pitzthal oberhalb Huben, im Oetzthal, ferner bei Lehn gegenüber Tumpen, am Grieskogel oder Niederthei, im Stubaier Oberbergthal beim Uebergange aus dem Sellrainer Fatscherthale, endlich im Pitzthaler Tulfergraben.

Ref.: H. Traube.

14. E. Hussak (in São Paulo, Brasilien): **Ueber eine merkwürdige Umwandlung und secundäre Zwillingsbildung des Brookits vom Rio Cipó, Minas Geraës, Brasilien** (N. Jahrb. für Mineral. u. s. w. 1898, 2, 99—101, m. 1 Taf. und 4 Fig.).

Die vom Verf. früher (diese Zeitschr. **24**, 429) erwähnten dunkelbraunen Brookite aus den Diamant-führenden Sanden des Rio Cipó bei Diamantina, Minas Geraës, sind meist durchsichtig, bisweilen zeigen sie aber eine von aussen nach innen fortschreitende wolkenartige Trübung. Die mikroskopische Untersuchung ergab, dass die Brookite ein Gewebe von sich unter 60^0 resp. 120^0 schneidenden Zwillingslamellen darstellen. Nach dem geringen Wassergehalte von 1,05 %, den diese trüben Brookite zeigen, ist eine Hydratisirung der Titansäure ausgeschlossen, ebenso wie nach der Bestimmung des specifischen Gewichts zu 4,2 die Annahme einer Umwandlung zu Rutil. Durchsichtiger Brookit dagegen zeigte nach dem Glühen deutliche Umwandlung zu Rutil oder Anatas.

Ref.: H. Traube.

15. W. Florence (in São Paulo, Brasilien): **Darstellung mikroskopischer Krystalle in Löthrohrperlen** (Ebenda 102—146 mit 5 Tafeln und 12 Textfiguren).

Die zuerst von G. Rose unternommenen, später von G. Wunder (Journ. f. prakt. Chem. (2) **1**, 1870, 452 und **2**, 206) und A. Knop (Annal. d. Chem. und Pharm. 1871, **15**, 363; **159**, 36) fortgesetzten Versuche über die Bildung mikroskopischer Krystalle in Borax- und Phosphorsalzperlen dienen bekanntlich dazu, gewisse Substanzen mit Hülfe dieser Perlen und des Mikroskops qualitativ nachzuweisen. H. E. Bauer in Jaguary, São Paulo, hat diese Methode weiter ausgebildet und zwar insbesondere zum Nachweis der für die Beleuchtungsindustrie benutzten seltenen Erden. Auf den nicht zur Veröffentlichung gelangten Versuchen des inzwischen verstorbenen Forschers fussend hat Verf. das Verfahren weiter ausgestaltet.

Ausser dem Sättigungsgrade und der Temperatur spielt bei einer solchen Krystallisation das Material eine wichtige Rolle. Verf. unterscheidet hierbei drei Fälle. Bildet der in der Perle aufgelöste Körper mit dem Material Verbindungen, deren Schmelzpunkt höher ist, als der des Perlenmaterials, so erfolgt eine für den Körper charakteristische Krystallausscheidung, indem er an dem Aufbau der Krystalle direct Theil nimmt; ist der Schmelzpunkt der gleiche, so findet keine Krystallisation statt; ist er aber tiefer, so ist die Krystallbildung nicht charakteristisch für den gelösten Körper, da sie von dem Perlenmaterial ausgeht. Es ist daher von Wichtigkeit den Erstarrungspunkt des Perlenmaterials möglichst herabzusetzen, was durch Zusatz von Bleioxyd zur Phosphorsalzperle

(80 PbO auf 100 Theile Phosphorsalz, Versuche a) und Anwendung von Kaliumnatriumbiborat mit Bleioxydzuführung (260 PbO auf 100 Theile Borat, Versuche b) gut gelang. Enthalten die Boraxperlen zuviel Bleioxyd, so erfolgt die Ausscheidung rother, achteckiger, optisch negativ einaxiger, tetragonaler Tafeln, ebenso krystallisiren bei zu hohem Bleigehalte des Phosphorsalzes theils doppeltbrechende Nadeln, theils hexagonale sternförmige Skelette aus. Zu den Versuchen verwendet man einen ca. 0,25 mm starken Platindraht mit einer vollkommen kreisrunden Schlinge von 3 mm Durchmesser und benützt zum Auflösen des Bleioxyds die Oxydationsflamme. Die heissen Perlen werden für die mikroskopische Untersuchung platt gedrückt. In den nachstehenden Angaben bedeutet Sg.Gr. Sättigungsgrad, K.T. Krystallisationstemperatur.

1. CaO, a) Sg.Gr. mittel, K.T. kaum wahrnehmbare Rothgluth; optisch einaxige (hexagonale?), meist rhombisch gestaltete Täfelchen, auch optisch negative, hexagonale, eisblumenartige Krystallskelette von sehr starker Doppelbrechung. — 2. BaO, a) Sg.Gr. mittel, K.T. unter Rothgluth, briefcouvertähnliche, doppeltbrechende Krystallskelette; b) schwach doppeltbrechende, scheinbar hexagonale Krystallskelette. — 3. SrO wie BaO. — 4. MgO, a) Sg.Gr. mittel, K.T. Rothgluth, theils kleine rectanguläre Krystalle mit gerader Auslöschung $\mathfrak{a} \parallel \dot{c}$, theils Aggregate von grossen, farblosen Durchkreuzungszwillingen und Viellingen; b) Sg.Gr. mittel, K.T. unter Rothgluth, hexagonale, weisse, opake Krystalle von negativer Doppelbrechung. — 5. Al_2O_3, a) Sg.Gr. mittel, nach Sättigung mit Al_2O_3 löst man noch soviel PbO nach, dass die Perle beim Erkalten trübe wird; K.T. niedrig; Rhomboëder mit Basis, oft Zwillinge. — 6. Cr_2O_3, nur in reinem Phosphorsalz erfolgt Krystallisation. Sg.Gr. niedrig. K.T. beginnende Rothgluth, dichroïtische Rhomboëder. — 7. BeO, a) ohne Bleizusatz Sg.Gr. niedrig; K.T. schwache Rothgluth; säulenförmige Krystalle und Zwillinge, die sich unter 60^0 und 90^0 kreuzen [eine Abbildung derselben lässt auf Zwillinge hemimorpher Individuen nach der Basis schliessen, BeO krystallisirt bekanntlich hexagonal hemimorph (dihexagonal-pyramidal). Der Ref.]; b) Sg.Gr. mittel bis niedrig. K.T. schwache Rothgluth. Hexagonale, eiskrystallähnliche Bildungen, $\dot{c} = \mathfrak{a}$ und perlenförmige Büschel. — 8. ThO_2, a) Sg.Gr. niedrig. K.T. deutliche Rothgluth. Reine, gelbe Würfel mit lappenartig vertieften Flächen, oft Durchkreuzungszwillinge; b) Sg.Gr. niedrig. K.T. schwache Rothgluth. Die Perle darf nur so viel PbO enthalten, dass sie nach dem Erkalten schwach opalisirt. Monokline oder trikline Krystalle $\{100\}$, $\{010\}$ und ein Klinodoma, Ebene der optischen Axen $\perp$ (100), Contact- und Durchkreuzungszwillinge. PbO ist in beiden Fällen nicht nöthig. — 9. ZrO_2, a) Sg.Gr. niedrig, nimmt mit steigendem Gehalt an PbO zu. K.T. Rothgluth. Vielleicht monokline, säulenförmige Krystalle mit pyramidaler Endigung, Zwillinge nach (110) und (100); b) farblose, reguläre Würfel. — 10. Y_2O_3 und 11. Er_2O_3, a) Sg.Gr. niedrig, K.T. unter Rothgluth. Kreisrunde, eigenthümlich gefurchte Scheiben, wahrscheinlich hexagonal; b) Sg.Gr. mittel, K.T. dunkle Rothgluth, tetragonale, gestreifte, einaxige positive Prismen, $\mathfrak{c} \parallel c$. — 12. Ce_2O_3, a) Sg.Gr. mittel, K.T. Rothgluth, orange- bis braungelbe isotrope Würfel mit Oktaëder- und Hexakisoktaëderflächen, oft mit complicirter Zwillingsbildung, vielfach charakteristische Wachsthumsformen zeigend; b) Sg.Gr. mittel, K.T. schwache Rothgluth, schwefel- bis citronengelbe schwalbenschwanzähnliche, doppeltbrechende Krystallite und sechs- und achtseitige tetragonale Krystalle mit Pyramidenflächen. — 13. La_2O_3 und Di_2O_3, a) Sg.Gr. mittel, K.T. dunkle Rothgluth und darunter. Eisblumenartige, sechsstrahlige, stark doppeltbrechende, negativ einaxige Sterne, auch rhombische Gestalten;

b) Sg.Gr. geringer wie a, K.T. dunkle Rothgluth, Krystalle wie 12b. — 14. TiO_2, a) Sg.Gr. niedrig, K.T. dunkle Rothgluth, würfelförmige Durchkreuzungszwillinge und nadelförmige Krystalle, welche kreuzförmige Zwillingsbildung zeigen, auch deutliche Rutilkrystalle wurden erhalten; b) vergl. die Untersuchungen von Wunder und Doss (diese Zeitschr. **26**, 654). — 15. Ta_2O_5 und Nb_2O_5, a) Sg.Gr. niedrig, K.T. dunkle Rothgluth, kleine isotrope und grössere, optisch-anomale Oktaëder mit Feldertheilung und skelettartige Gruppen; b) farblose Oktaëder mit sternförmig gruppirten Glaseinschlüssen und rhombische Nadeln mit pyramidaler Endigung, häufig Durchkreuzungszwillinge. — 16. ZnO, a) Sg.Gr. hoch, K.T. Rothgluth, hexagonale hemimorphe Pyramiden, die (0001) nur an einem Ende zeigen. — 17. NiO, a) Sg.Gr. niedrig, K.T. Rothgluth, Oktaëder wie 15a, jedoch von brauner Farbe; b) Sg.Gr. hoch, K.T. Rothgluth, wahrscheinlich rhombische tafelförmige Krystalle {110}, {100}, {001}, zweite Mittellinie ⊥ (100). — 18. CoO, a) Sg.Gr. hoch, K.T. Rothgluth, die schwarze Perle muss in schwachen Säuren gelöst werden. Oktaëder wie 17a, auch lange, quadratische, isotrope Nadeln. — 19. Fe_2O_3, a) Sg.Gr. mittel, K.T. dunkle Rothgluth, die Perle muss gelöst werden, hexagonale Eisenglanztäfelchen, ohne Bleizusatz rothe Schüppchen und Krystalle $\{10\bar{1}1\}$, {0001}. — 20. UO_3, a) Sg.Gr. niedrig, K.T. unter Rothgluth, optisch negativ einaxige, hexagonale Tafeln und glänzende gelblichgrüne Schuppen; b) Sg.Gr. mittel, K.T. dunkle Rothgluth, sehr spitze, grasgrüne Pyramiden. — 21. CdO, a) Sg.Gr. hoch, K.T. unter Rothgluth, braune Oktaëder. — 22. SnO_2, a) Sg.Gr. niedrig, K.T. Rothgluth, tetragonale Prismen mit Basis, selten mit Pyramiden, Durchkreuzungs- und Contactzwillinge; b) Sg.Gr. niedrig bis mittel, K.T. Rothgluth, farblose Rhomboëder. — 23. Sb_2O_3, a) Sg.Gr. niedrig, K.T. unter Rothgluth, gelbe Oktaëder; b) Sg.Gr. hoch, K.T. unter Rothgluth, hexagonale Tafeln.

Versuche, anstatt des Borax- und Phosphorsalzes ein Bleisilicat als Perlenmaterial zu verwenden, hatten nur bei Fe_2O_3 Erfolge, es bildeten sich Oktaëder. Mineralien, welche keine chemisch einfachen Körper sind, geben natürlich nicht ohne Weiteres die oben angeführten charakteristischen Krystallreactionen. Es müssen dann, wie bei der mikrochemischen Analyse, Trennungen der einzelnen Bestandtheile vorgenommen werden. Zum Schlusse wird das Verhalten einer Anzahl Mineralien in den Löthrohrperlen besprochen.

Ref.: H. Traube.

16. A. Weisbach (in Freiberg i. S.): **Ueber eine Pseudomorphose von Opal aus Australien** (N. Jahrb. f. Mineral. u. s. w. 1898, **2**, 150—151).

Der weisse, zum Theil farbenspielende Opal von White Cliffs, Yanulgra Co., N. S. Wales (?), bildet bis 13 mm grosse rhombische Pyramiden; aus den Messungen ergiebt sich, dass Pseudomorphosen nach Schwefel vorliegen.

Ref.: H. Traube.

17. O. Mügge (in Königsberg i. Pr.): **Ueber regelmässige Verwachsungen von Kupfer mit Cuprit von Burra-Burra, Süd-Australien** (Ebenda 151—155, mit 2 Figuren).

Die 2—3 mm grossen, wie überpudert aussehenden Kryställchen sind zum Theil recht regelmässige Combinationen von {001}, {110}, $\{hk0\}$, {111}, sowohl einfache Individuen, als einfache und Wiederholungszwillinge, theils auch nach einer trigonalen Axe verlängerte Dodekaëder; sie senden in gewissen Stellungen

einen orientirten braunen bis carmoisinrothen Schimmer aus derart, dass in den einen Stellungen sämmtliche Flächen der übereinander liegenden Individuen I, III, V, in den anderen die Flächen von II, IV, VI schimmern. Eine mikroskopische Untersuchung liess weder Aetzgrübchen noch Aetzhügel erkennen; wie durch Messung festgestellt wurde, rührt der Schimmer von theils oktaëdrisch, theils würfelig liegenden Flächenelementen her. Nach der Einwirkung von trockenem Wasserstoff auf den Ueberzug dieser Kryställchen zu schliessen, sind die Krystalle oberflächlich in Cuprit umgewandelt, der sich in Parallelstellung mit dem gediegenen Kupfer befindet. Aehnliche Verwachsungen wurden noch bei den Vorkommnissen von Cornwall und Massa marittima beobachtet. Bei Krystallen von der Grube Frolow bei Berenowskoi, die einen ähnlichen Schimmer zeigen, rührt die Erscheinung von Aetzgrübchen her, die auf (001) von Oktaëderflächen und einer der geätzten parallelen Würfelfläche begrenzt werden, auf den Oktaëderflächen von Würfelflächen; der Schimmer ist hier deutlich metallisch.

Ref.: H. Traube.

18. E. **Hussak** (in São Paulo, Brasilien): **Ueber ein neues Vorkommen von Baddeleyit als accessorischer Gemengtheil der jacupirangitähnlichen basischen Ausscheidungen des Nephelinsyenits von Alnö, Schweden** (Ebenda 228—229, mit 1 Figur).

Der Baddeleyit findet sich in den Magnetit-Olivinausscheidungen des Nephelinsyenits (Högbom Typ. VIII, Neues Jahrb. f. Mineral. 1896, **1**, 252) und zwar besonders in solchen, welche bereits serpentinisirten Olivin und gebleichten Magnesiaglimmer enthalten. Die bis 1,5 mm grossen, dunkel kastanienbraunen Kryställchen sind dünntafelförmig nach {100}, sie zeigen ausserdem {110}, {001}, {021}, sowie einzelne sehr schmalflächige Orthodomen. Prismen und Endflächen sind sehr glänzend und durch die auf ihnen hervortretende polysynthetische Zwillingsbildung ausgezeichnet, {100} ist durch Aetzhügel rauh. Häufig finden sich Durchkreuzungszwillinge nach (110), selten nach (100), der Pleochroïsmus ist stärker, als bei dem brasilianischen Vorkommen.

Ref.: H. Traube.

19. W. **Salomon** (in Heidelberg): **Die Krystallform des Acetylesters des o-Oxytriphenylmethans** (Ebenda 230—231, mit 3 Figuren).

Das Oxytriphenylmethan

```
                      C6H5
         CH       C /
                   <-C6H5
                    \ H
    CH /   \ C /
    CH |   | C-O.CO.CH3
        \ /
         CH
```

ist dargest. von O. Schmidt durch Behandeln von Oxytriphenylmethan mit Essigsäure bei Siedehitze, Ausschütteln des Reactionsproductes mit Wasser und Ausziehen des sich ausscheidenden Körpers mit Aether. Schmelzpunkt 81°—82°, Krystalle aus Alkohol.

Krystallform: Monoklin-hemiëdrisch (domatische Klasse) (?).

$$a:b:c = 0{,}940:1:1{,}265; \quad \beta = 54^0\,47'.$$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {$\bar{2}$01}, {120}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(001):(100) =	*54° 47′	—
(120):(1$\bar{2}$0)	*113 54½	—
(001):($\bar{2}$01)	*78 27	—
(100):(20$\bar{1}$)	46 26	46° 46′
(001):(120)	71 29½	71 40

Die farblosen, 2—3 mm grossen, 1—2 mm starken Krystalle sind nach der *b*-Axe verlängert und nach der Basis dicktafelförmig. Da {100} stets nur als (100) auftritt, ist Hemiëdrie nicht ausgeschlossen, doch bestätigen die Aetzfiguren auf {100} diese Vermuthung nicht. Sehr starke Doppelbrechung, Auslöschung parallel den Kanten der orthodiagonalen Zone, auf (001) tritt eine Bisectrix schief aus.

Ref.: H. Traube.

20. C. Ochsenius (in Marburg i. H.): **Ganz junge Bildung von Schwefelkies** (Ebenda 232).

Die in dem Schlamm der in der Umgebung von Blecked a. d. E., Provinz Hannover, auftretenden Moortümpeln eingebetteten Feuersteine und granitischen Felsbrocken überziehen sich schon nach 1—2 Monaten mit einer glänzenden Haut von Pyrit; da der Ueberzug an der Luft seinen Glanz bald verliert, dürfte wohl eher Markasit vorliegen.

Ref.: H. Traube.

21. C. Leiss (in Steglitz bei Berlin): **Mittheilungen aus der R. Fuess-schen Werkstätte** (Ebenda 64—74, mit 11 Fig.).

1) Theodolit-Goniometer mit gewöhnlicher Signalgebung. — Das Instrument unterscheidet sich von dem diese Zeitschr. **30**, 406 beschriebenen im Wesentlichen dadurch, dass nach dem Vorgange von Goldschmidt (diese Zeitschr. **21**, 574) die gewöhnliche Signalgebung in Anwendung gekommen ist. Beide Fernrohre befinden sich in gegenseitig fester Stellung unter einem Winkel von ca. 60°, so dass bei weit höherer Lichtstärke die Drehung um die verticale Axe immer noch ca. 240° beträgt. Die Beleuchtung des Signals und der Theilkreise erfolgt am besten durch eine hängende Lampe, wobei das Goniometer selbst in ein aus dicker Pappe oder Holz zusammengesetztes, besonders zu diesem Zweck eingerichtetes Umschlussgehäuse gesetzt wird.

2) Totalreflectometer (Krystallrefractometer) nach E. Abbe. — Gegenüber dem diese Zeitschr. **31**, 622 beschriebenen besitzt dieses speciell für mineralogische Untersuchungen bestimmte Instrument in dem bildverkleinernden Fernrohre einen Vorzug für Untersuchung der Polarisationsverhältnisse; zur besseren Trennung der Grenzcurven wird ein vor dem Ocular einsetzbarer Analysator und zur Bestimmung der Dispersion ein Ocularspectroskop beigegeben. Die Beobachtungen können mit streifend einfallendem und reflectirtem Lichte ausgeführt werden.

3) Verbindung eines Dichroskopes mit einem Spectroskop. — Für Untersuchung der Absorptionsspectren pleochroïtischer Krystalle wurden die beiden Instrumente in folgender Weise combinirt. An Stelle der Lupe des Dichroskopes ist eine längere Röhre angebracht, in welche eine Combination achromatischer Linsen eingelegt ist, die in der Spaltebene des in der gleichen Röhre befindlichen Spectroskops die beiden durch den Kalkspath des Dichroskops erzeugten Bilder des ordentlichen und ausserordentlichen Strahles entwerfen.

Im Spectroskop erblickt man also, wenn sich die Krystallplatte in der richtigen Stellung befindet, zwei aneinander grenzende Spectren der beiden Wellen, die sich in der Richtung der Plattennormalen fortpflanzen. Das Instrument besitzt einen grossen getheilten Objecttisch und einen Griff zum Halten. — Eine gleichartige Combination lässt sich auch mit dem vom Verf. construirten Oculardichroskop für Mikroskope ausführen, dabei wird die spectroskopische Einrichtung auf dem oberen Tubusende ähnlich wie der Analysator aufgesetzt.

4) Vorrichtung zur Demonstration von Absorptionsbüscheln. — Um diese Erscheinung auch an kleineren Krystallen demonstriren zu können, wird der Krystall an einem in eine Hülse ragenden Drehzapfen derart angebracht, dass er sich vor einem schlitzartigen, alles Nebenlicht abhaltenden Diaphragma befindet; die Hülse kann auch noch einen Satz Beleuchtungslinsen aufnehmen.

5) Zwillingspolarisator für Mikroskope, auf Veranlassung von A. Karpinsky in Petersburg construirt, dient zu vergleichenden Beobachtungen bei parallelen und gekreuzten Nicols und zur Untersuchung pleochroïtischer Krystalle. Er besteht aus zwei mit senkrechten Endflächen versehenen Nicol'schen Prismen, die mit scharfer Trennungsfuge so aneinander gekittet sind, dass ihre Hauptschnitte senkrecht zu einander stehen, und kann vermöge seiner Fassung ganz nahe an das zu untersuchende Präparat gebracht werden.

6) Ocular zur Messung der Mengenverhältnisse verschiedener Minerale in einem Dünnschliffe, enthält anstatt des Fadenkreuzes ein Glasplättchen, welches mit einem quadratischen Netz mit Maschen von 0,5 mm Grösse versehen ist.

7) Erhitzungsapparat für Mikroskope mit Gasheizung und Sauerstoffzufuhr. — Der Apparat ist von C. Klein bei seinen Untersuchungen am Leucit und Analcim (diese Zeitschr. **31**, 606) benützt worden; er lässt sich nur an Mikroskopen mit gleichzeitig sich drehenden Nicols anbringen. Der Heizkasten hat eine ringförmige Gestalt mit vielen kleinen Brennöffnungen, über denen sich verstellbar der aus Platinblech verfertigte heizbare Objecttisch mit kleinem centralem Loch befindet. Zur Steigerung der Temperatur bis auf ca. 800° C. ist in den Heizkasten eine zweite Röhre für die Zufuhr von Sauerstoff geleitet. Zur Temperaturbestimmung dient ein Le Chatelier'sches Pyrometer (Thermoelement aus einer Platin- und Platinrhodiumlegirung mit d'Arsonval'schem Galvanometer). Die kugelförmige Löthstelle des Thermoelementes wird thunlichst in directen Contact mit dem zu erhitzenden Krystalle gebracht, oder dieser wird so auf den Tisch gebracht, dass er nur die halbe Tischöffnung bedeckt und die Löthstelle sich unten an dem Präparate befindet. Der ganze Apparat und die Elementdrähte sind von Schutz- und Isolirvorrichtungen umgeben. Die Gaszufuhr wird durch einen besonderen Regulirhahn geregelt.

8) Interferenzsphärometer zur genauen Messung der Dicke von Krystallplatten. — Neu ist an dem Apparate nur die mechanische Anordnung und Ausführungsform, die speciell auf kleinere Objecte Rücksicht nimmt. Ein Theilungsintervall entspricht 1/500 mm, so dass noch 0,001 mm mit Sicherheit geschätzt werden kann.

9) Verbesserte Construction des Kreislineals zum Auftragen flacher Kreisbogen. — Diese von Wulff und v. Fedorow (diese Zeitschr. **21**, 249; 617) angegebenen Vorrichtungen dienen bei der Anfertigung stereographischer Projectionen zum Auftragen sehr flacher Kreisbogen. Im Wesent-

lichen bestehen sie aus einem durch eine Schraube und einem durch zwei in variabler Entfernung befindliche Druckstücke in Kreisbogenform zu biegenden Stahlbande, welches zum bequemeren Anlegen der Reissfeder schief zur Zeichenfläche gestellt ist.

Ref.: H. Traube.

22. O. Tietze (in Berlin): **Krystallographische Untersuchung einiger organischer Verbindungen** (Neues Jahrb. f. Mineral. u. s. w. 1898, Beilageband **12**, 1—51, mit 1 Tafel und 5 Textfiguren).

1. Tolbenzanishydroxylamin $C_7H_7C{<}^{NOCOC_6H_5}_{OCOC_7H_7O}$. Schmelzpunkt 142°.

Dargestellt von Rogner (Ueber triacylirte Hydroxylamine, Inaug.-Dissert. Königsberg 1895). Krystalle aus Alkohol-Aether.

Monoklin-prismatisch.

$$a:b:c = 0,4290:1:0,4412;\ \beta = 98^0\,11'.$$

Beobachtete Formen: $\{110\}$, $\{001\}$, $\{010\}$, $\{11\bar{1}\}$, $\{20\bar{1}\}$. Prismatisch nach $\{110\}$ oder mehr tafelförmig nach (001).

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0) =$	$*46^0\ 1'$	—
$(001):(110)$	$*82\ 28$	—
$(110):(11\bar{1})$	$*45\ \ 9$	—
$(11\bar{1}):(1\bar{1}\bar{1})$	$36\ 28$	$36^0\,24'$
$(001):(\bar{2}01)$	$70\ 52$	$70\ 51$
$(110):(20\bar{1})$	$35\ 16\frac{2}{3}$	$35\ 16\frac{3}{4}$
$(11\bar{1}):(20\bar{1})$	$27\ 24$	$27\ 23\frac{1}{2}$

Undeutliche Spaltbarkeit nach (100).

Doppelbrechung —. Axenebene (010), eine Mittellinie (welche, ist aus der Angabe des Verfs. nicht zu ersehen) bildet mit c 33° im stumpfen Winkel β.

	$2E_a$	$2H_a$	$2H_o$	$2V_a$
Li:	$= 145^0$,	$= 80^0\,30'$,	$= 140^0\ 6'$,	$= 69^0\ 0'$
Na:	145	80 28	142 47	68 32
Tl:	144	80 9	145 13	68 0

$\beta_{Li} = 1,6843$, $\beta_{Na} = 1,6944$, $\beta_{Tl} = 1,7006$, wenn für das angewandte Oel die Brechungsexponenten für $Li = 1,4765$, $Na = 1,4771$, $Tl = 1,4774$.

2. α-Anistolbenzhydroxylamin $C_7H_7OC{<}^{NOCOC_7H_7}_{OCOC_6H_5}$. Schmelzpunkt 162°.

Dargestellt von Rogner. Monoklin-prismatisch.

$$a:b:c = 2,1571:1:0,9071;\quad \beta = 92^0\,37\tfrac{2}{3}'.$$

Beobachtete Formen: $\{001\}$, $\{110\}$, $\{100\}$, $\{11\bar{1}\}$, $\{20\bar{1}\}$. Krystalle aus Aether sechsseitig tafelförmig; bei den aus Aether-Alkohol tritt $\{100\}$ mehr zurück.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}10) =$	$*49^0\,47\frac{1}{3}'$	—
$(110):(11\bar{1})$	$*45\ 35$	—
$(001):(100)$	$*87\ 22\frac{1}{3}$	—
$(110):(001)$	$88\ 56$	$88^0\,53\frac{1}{2}'$
$(001):(\bar{2}01)$	$41\ 13$	$41\ \ 9$

	Beobachtet:	Berechnet:
$(11\bar{1}):(20\bar{1})$ =	$43^0 25'$	$43^0 33'$
$(11\bar{1}):(1\bar{1}\bar{1})$	80 42	80 41
$(11\bar{1}):(100)$	74 $25\frac{1}{2}$	74 $28\frac{1}{2}$

Deutliche Spaltbarkeit nach (001), undeutliche nach (110).

Ebene der optischen Axen senkrecht auf (010), die erste Mittellinie bildet im stumpfen Winkel β mit c ca. 60^0.

Doppelbrechung +, stark.

	$2E_a$	$2H_a$	$2H_o$	$2V$	β
Li:	$121^0 30'$	$72^0 19'$	$136^0\ 4'$	$64^0 55\frac{3}{4}'$	1,6255
Na:	120 38	72 0	137 9	64 $32\frac{1}{2}$	1,6272
Tl:	119 50	71 47	138 18	64 $12\frac{1}{4}$	1,6282

Deutliche horizontale Dispersion bei der ersten, gekreuzte bei der zweiten Mittellinie.

β-Anistolbenzhydroxylamin. Schmelzpunkt 132^0.

Dargestellt von Rogner. Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 0,8935 : 1 : 0,2912; \quad \beta = 105^0 36'.$$

Kleine Nadeln der Comb.: {110}, {12.1.0}, {111} und einige unbestimmbare Flächen.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$ =	$*81^0 26'$	—
$(110):(111)$	*57 5	—
$(111):(1\bar{1}1)$	*27 50	—
$(110):(12.1.0)$	36 35	$36^0 37'$
$(111):(1\bar{1}0)$	77 0	76 43

Ausgezeichnete Spaltbarkeit nach (110).

Ebene der optischen Axen $\perp$ (010), die zweite Mittellinie bildet mit c 28^0 im spitzen Winkel β. $2H_a$ ca. 62^0, $\varrho > v$.

3) α-Benzanistolhydroxylamin $C_6H_5C\begin{matrix}\nearrow NOCOC_7H_7O \\ \searrow OCOC_7H_7\end{matrix}$.

Dargestellt von Rogner. Schmelzpunkt 120^0—121^0.

Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 0,9503 : 1 : 1,6137; \quad \beta = 94^0 21'.$$

Beobachtete Formen: {001}, {111}, {$\bar{1}$11}, {010}, {014}, {$\bar{2}$12}. Die vorherrschende Form {011} sowie {014} gestreift nach a.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$ =	$*80^0 23\frac{3}{4}'$	—
$(111):(1\bar{1}1)$	*76 40	—
$(\bar{1}11):(111)$	*83 $44\frac{1}{4}$	—
$(\bar{1}11):(014)$	55 41	$55^0 35\frac{1}{2}'$
$(\bar{1}11):(\bar{2}12)$	17 18	17 $17\frac{2}{3}$
$(\bar{1}11):(001)$	69 $33\frac{2}{3}$	69 $32\frac{3}{4}$
$(111):(001)$	64 $12\frac{1}{2}$	64 $12\frac{1}{2}$
$(111):(014)$	50 31	50 34
$(\bar{2}12):(\bar{2}\bar{1}2)$	45 56	55 $48\frac{1}{2}$
$(\bar{2}12):(111)$	96 20	96 18

	Beobachtet:	Berechnet:
$(\bar{2}12):(\bar{1}1\bar{1})$ =	$53^0 45\frac{1}{3}'$	$53^0 39\frac{1}{2}'$
$(\bar{2}12):(001)$	$65 \quad 2\frac{1}{2}$	$65 \quad 4\frac{1}{2}$
$(001):(011)$	21 52	21 55

Ausgezeichnete Spaltbarkeit ∥ (010), sehr unvollkommene nach (001) und (111).

Ebene der optischen Axen annähernd ∥ (001), die erste Mittellinie nahe ∥ a, die zweite ∥ b; um erstere horizontale, um letztere gekreuzte Dispersion.

	$2H_a$	$2H_o$	$2V_a$
Li:	$87^0 50'$	$120^0 19'$	$77^0 17\frac{2}{3}'$
Na:	87 44	121 16	$78 \quad 58\frac{3}{4}$
Tl:	87 35	122 22	$76 \quad 39\frac{1}{3}$

Die starke Doppelbrechung ist positiv. α und β wurden an zwei Prismen bestimmt, γ aus α und β und $2V_a$ berechnet.

	α	β	γ
Li:	1,7940	1,6322	1,5480
Na:	1,8154	1,6382	1,5487
Tl:	1,8303	1,6442	1,5525

β-Benzanistolhydroxylamin. Schmelzpunkt 127⁰.

Monoklin-prismatisch.

$$a:b:c = 1,4533:1:1,2674; \quad \beta = 98^0 22'.$$

Beob. Formen: {120}, {110}, {001}, {$h0l$}, seltener {100} und {10$\bar{1}$}.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(100):(110)$ =	$*55^0 11'$	—
$(001):(100)$	*81 38	—
$(001):(\bar{1}01)$	$*44 \quad 39\frac{1}{2}$	—
$(001):(110)$	85 23	$85^0 14'$
$(120):(\bar{1}20)$	38 22	38 21
$(001):(120)$	87 15	87 16

Vollkommen spaltbar nach (010), weniger nach (100).

Ebene der optischen Axen ist (010), die erste Mittellinie bildet im spitzen Winkel β mit c einen Winkel von 30⁰ ca.

	$2E_a$	$2H_a$	$2H_o$	$2V_a$	β
Li:	$99^0 52'$	$62^0 23'$	$156^0 25'$	$55^0 46'$	1,6352
Na:	100 44	63 12	155 36	56 24	1,6381
Tl:	103 18	64 4	155 30	56 59	1,6465

4. α-Methyl-d-Glucosid $C_6H_{11}O_6.CH_3$. Schmelzpunkt 165⁰—166⁰.

Dargestellt von E. Fischer (Ber. d. d. chem. Ges. 1894, **26**, 2400 und 1896, **28**, 1145). Kryst. aus Wasser.

Krystallsystem: Rhombisch (bisphenoidisch).

$$a:b:c = 0,7672:1:0,3596.$$

Beobachtete Formen: {110}, {120}, {010}, {101}, selten {011}. Grosse wasserhelle Prismen. Auf {110} unsymmetrische Aetzfiguren (die Abbildung des Verfs. ist insofern falsch, als die Aetzfiguren auf zwei benachbarten Flächen umgekehrt liegen müssen).

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0) =	*74° 59′	—
(110):(101)	*70 19	—
(120):($\bar{1}$20)	66 9	66° 11′
(101):($\bar{1}$01)	50 13	50 14
(011):(011)	—	39 33½
(110):(011)	77 58	78 7
(120):(101)	—	76 36
(120):(011)	—	73 32
(101):(011)	31 34	31 34

Ebene der optischen Axen {010}; c erste Mittellinie, a zweite. Die schwache Doppelbrechung ist positiv. Es wurde gemessen:

	$2H_a$	$2H_o$	$2V_a$	β
Li:	= 90° 20′,	= 100° 6½′,	= 85° 32′,	= 1,5420
Na:	90 7	100 25	85 18	1,5413
Tl:	90 0	100 38	85 9	1,5446

5. β-Methyl-d-Glucosid $C_6H_{11}O_6.CH_3$. Schmelzpunkt 165°—166°.

Dargestellt von E. Fischer l. c. 1894, **26**, 2400 und 1896, **28**, 1145.

Tetragonal. $a : c = 1 : 0,8043$.

Beobachtete Formen: {001}, {111}, {100}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(111):(1$\bar{1}$1) =	*64° 9′	—
(111):(11$\bar{1}$)	82 38	82° 38½′

Spaltb. {001}.

Die Krystalle sind optisch anomal und zeigen Feldertheilung nach den Seiten und Diagonalen der Basis mit schwacher Zweiaxigkeit (offenbar gehören die Krystalle der trapezoëdrischen Klasse an und sind aus um 45° gedrehten zweiaxigen Lamellen zusammengesetzt). Brechungsindices:

	ω	ε
für *Na*:	= 1,5274	= 1,5113
- *Li*:	1,5287	1,5126
- *Tl*:	1,5336	1,5200

6. α-Aethylglucosid $C_6H_{11}O_6.C_2H_5$.

Dargestellt von E. Fischer (Ber. d. d. chem. Ges. 1894, **26**, 2410; 1895, **27**, 2479; 1896, **28**, 1153). Schmelzpunkt 113°—114°.

Rhombisch-bisphenoidisch.

$a : b : c = 0,8507 : 1 : 0,5938$.

Beobachtete Formen: {110}, {1$\bar{1}$1}, {111}, {001}, {100}; meist nur die beiden ersten Formen.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0) =	*80° 46½′	—
(1$\bar{1}$1):($\bar{1}$11)	*85 0½	—
(111):(1$\bar{1}$1)	—	51° 55½′
(1$\bar{1}$0):(1$\bar{1}$1)	47 26	47 30

Deutlich spaltbar nach (001), undeutlich nach (110). (Die Aetzfiguren auf den Prismenflächen sind unsymmetrisch, in der Zeichnung des Verfs. aber falsch

wiedergegeben). Ebene der optischen Axen ist (010), die zweite Mittellinie ist c, die erste a. Schwache Doppelbrechung, negativ.

	$2H_a$	$2H_o$	$2V_a$	β
Na:	$51^0 44'$	$129^0 8'$	$51^0 34'$	1,4808
Li:	51 30	129 54	51 14	1,4841
Tl:	51 20	130 28	51 0	1,4864

7. α-Methyl-d-Mannosid und α-Methyl-l-Mannosid $C_6H_{11}O_6.CH_3$.

Dargestellt von E. Fischer und L. Beensch (Ber. d. d. chem. Ges. **26**, 2401; **28**, 1145; **28**, 2927. Schmelzp. 193^0—194^0. Die rechten und linken Krystalle schieden sich nebeneinander aus der inactiven wässerigen Lösung aus. Die Krystallform wurde schon von P. Jorissen (s. diese Zeitschr. **30**, 642) bestimmt.

Rhombisch-bisphenoidisch.

$$a : b : c = 0{,}9383 : 1 : 0{,}9275.$$

Der Verf. giebt den Krystallen unnöthigerweise eine andere Stellung; seine Angaben über die Aetzfiguren sind infolge fehlerhafter Abbildung nicht verständlich. Er beobachtete die Formen {111}, {1$\bar{1}$1}, {011}, {110} und einmal {100} klein.

	Beobachtet: Linke Kryst.:	Rechte Kryst.:	Berechnet[1]:
(111):(110) =	$*36^0 25'$	$36^0 23\frac{1}{2}'$	—
(011):(0$\bar{1}$1)	$*85\ 41\frac{1}{2}$	85 41	—
(111):(1$\bar{1}$1)	$66\ 43\frac{1}{2}$	$66\ 46\frac{1}{2}$	$66^0 49'$
(111):($\bar{1}$11)	71 52	$71\ 55\frac{1}{2}$	71 52
(110):(1$\bar{1}$0)	$86\ 14\frac{1}{2}$	86 19	$86\ 21\frac{1}{2}$
(110):(011)	$62\ 17\frac{1}{2}$	62 21	62 16

Ebene der optischen Axen ist (010), erste Mittellinie a, zweite c; die schwache Doppelbrechung positiv.

	$2E_a$	$2H_a$ (Bromnaphț.)	$2H_o$	$2V$
Li:	$74^0 32'$	$43^0 14'$	$116^0 50'$	$46^0 40'$
Na:	75 0	43 14	116 0	46 58
Tl:	75 42	43 30	114 52	47 24

Ferner wurde γ und β durch Prismenbeobachtung ermittelt und aus diesen Werthen und $2V_a$ gefunden:

	α	β	γ
Li:	1,5322	1,5280	1,5273
Na:	1,5368	1,5294	1,5280
Tl:	1,5390	1,5326	1,5314

8. Racemisches Methylmannosid. Schmelzpunkt $166{,}5^0$—$167{,}5^0$.

Dargestellt von E. Fischer und L. Beensch (l. c. Formel wie 7).

Die Substanz krystallisirt in kleinen, dünnen, wasserhellen, zum Theil scheinbar rechteckigen Blättchen, deren Winkel 93^0 resp. 87^0 betragen. Die Hauptauslöschungsrichtungen halbiren diese Winkel, die Richtung der grössten Elasticität halbirt den Winkel von 93^0. Die Doppelbrechung ist stärker, als bei den activen Verbindungen.

1) Die gesonderte Berechnung der Winkel zweier enantiomorpher Krystalle hat natürlich keinen Sinn. Der Ref.

9. Triaceton-Mannit $C_{15}H_{20}O_6$. Schmelzpunkt 68⁰—70⁰.

Dargestellt von E. Fischer (Ber. d. d. chem. Ges. 1898, **28**, 1167).

Monoklin-sphenoidisch.

$$a:b:c = 2,8297:1:1,7307; \quad \beta = 102^0 47\tfrac{1}{4}'.$$

Beobachtete Formen: {110}, {001}, {$\bar{1}$01}, {101}, {100}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(110) : ($\bar{1}$10) =	*39⁰ 50⅓′	—
(001) : ($\bar{1}$01)	*34 36	—
($\bar{1}$01) : ($\bar{1}$00)	*68 11	—
(100) : (101)	49 30	49⁰ 30′
(101) : (001)	27 40	27 43
(110) : (101)	77 11	77 13
($\bar{1}$10) : ($\bar{1}$01)	82 47	82 47
(110) : (001)	85 41½	85 40½

Die meist wasserhellen Krystalle sind im Sinne der Axe b gestreckt und stets mit dem antilogen Ende aufgewachsen, so dass nur das analoge Ende krystallographische Begrenzung zeigt. Vollkommene Spaltbarkeit nach (001). Ebene der optischen Axen ⊥ (010), die erste Mittellinie bildet mit c im stumpfen Winkel β einen Winkel von 26,9⁰.

Doppelbrechung positiv, schwach.

	$2E_a$	$2H_a$	$2H_o$	$2V_a$	β
Na:	136⁰50′	78⁰44′	105⁰30′	76⁰42′	1,4987
Li:	138 13	78 36	105 24	77 4	1,4998
Tl:	139 44	78 52	104 52	77 24	1,5017

10. n-Methyltetramethyl-γ-oxypiperidincarbonsäure

$$\begin{array}{c} HO\text{-}C\text{-}COOH \\ H_2C \quad\quad CH_2 \\ \begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix}\!>\!C \quad\quad C\!<\!\begin{matrix}CH_3\\CH_3\end{matrix} \\ N\text{-}CH_3 \end{array}$$

Dargestellt in der Fabrik von Schering (Patentbl. **18**, 187. D. R. P. 91121 vom 26. Mai 1895). Die Krystalle zersetzen sich beim Erhitzen ohne zu schmelzen unter theilweiser Sublimation.

Rhombisch-bipyramidal.

$$a:b:c = 0,9124:1:0,9385.$$

Beobachtete Formen: {111}, {110}, {010}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(111) : (11$\bar{1}$) =	*71⁰ 22′	—
(111) : ($\bar{1}$11)	*73 44½	—
(111) : (1$\bar{1}$1)	66 26	66⁰ 23′
(110) : (1$\bar{1}$0)	84 47	84 45

Spaltbarkeit {010} vollkommen, {001} weniger gut.

Ebene der optischen Axen ist (100), b erste Mittellinie, negative Doppelbrechung.

Na:	$2H_a = 87^0 15'$,	$2H_o = 103^0\ 7'$,	$2V_a = 82^0 45'$
Li:	87 13	103 41	82 31
Tl:	87 11	104 22	82 14

Die Brechungsexponenten α und β wurden durch Prismenbeobachtung ermittelt.

	α	β	Aus α, β und $2V_a$ ergiebt sich γ
Na:	$\alpha = 1{,}5524$,	$\beta = 1{,}5412$	$\gamma = 1{,}5270$
Li:	1,5562	1,5459	1,5329
Tl:	1,5591	1,5512	1,5409

11. Dibrommalonyldiäthylharnstoff $CO\!<\!\begin{matrix}NC_2H_5 - CO\\NC_2H_5 - CO\end{matrix}\!>\!CBr_2$.

Schmelzpunkt 86⁰—87⁰.

Dargestellt von K. Sembritzki (Ueber die Synthese symmetrisch-diäthylsubstituirter Ureïde der Barbitursäurereihe. Inaug.-Diss. Berlin 1897). Krystalle aus Petroläther.

Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 1{,}0284 : 1 : 2{,}3351;\quad \beta = 94^0 24\tfrac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $\{001\}$, $\{110\}$, $\{\bar{1}01\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(001):(110) =$	$*86^0 55\frac{1}{2}'$	—
$(110):(1\bar{1}0)$	*91 26	—
$(\bar{1}01):(\bar{1}10)$	*50 32	—
$(\bar{1}01):(001)$	69 48	$69^0 58'$

Die ursprünglich farblose Substanz wird an der Luft roth durch Umwandlung in Diäthylalloxan und das entsprechende Murexid. Die Krystalle sind würfelähnlich, bisweilen auch im Sinne von *c* ausgedehnt, deutliche Spaltbarkeit nach (001). Ebene der optischen Axen $\perp$ (010), die erste Mittellinie bildet mit *c* einen Winkel von ca. 84⁰ im spitzen Winkel β.

Die schwache Doppelbrechung ist positiv.

Na:	$2E_a = 68^0 55'$
Li:	68 24
Tl:	68 21

12. Kaliummangancyanid $K_6Mn_2Cy_{12}$.

Dargestellt von E. Lehmann (Beitrag zur Kenntniss der Manganidcyanverbindungen. Inaug.-Diss. Berlin 1898). Kryst. aus luftfreiem Wasser; an der Luft schon bei gewöhnlicher Temperatur zersetzbar.

Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 1{,}2891 : 1 : 0{,}8011;\quad \beta = 90^0 7'.$$

Beob. Formen: $\{\bar{1}11\}$, $\{111\}$, $\{110\}$, $\{100\}$, $\{011\}$, $\{\bar{2}11\}$, $\{211\}$, $\{122\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1) =$	$*68^0 31'$	—
$(111):(1\bar{1}1)$	*68 25	—
$(\bar{1}11):(111)$	*51 45	—
$(\bar{1}11):(\bar{1}1\bar{1})$	89 $7\frac{1}{2}$	$89^0 13'$
$(110):(\bar{1}10)$	75 41	75 $36\frac{1}{3}$

		Beobachtet:	Berechnet:
$(\bar{1}10):(\bar{1}11)$	=	$44^0 38\frac{1}{2}'$	$44^0 38\frac{1}{2}'$
$(110):(111)$		$44\ 29\frac{1}{2}$	$44\ 34$
$(\bar{1}00):(\bar{1}11)$		$64\ 12$	$64\ 12$
$(100):(111)$		$64\ 6$	$64\ 3$
$(011):(0\bar{1}1)$		$77\ 25$	$77\ 24$
$(011):(\bar{1}11)$		$26\ 4$	$25\ 53\frac{1}{2}$
$(011):(111)$		$25\ 54$	$25\ 51$
$(011):(110)$		$60\ 21\frac{1}{2}$	$60\ 19$
$(011):(\bar{1}10)$		$60\ 27\frac{1}{3}$	$60\ 28$
$(211):(2\bar{1}1)$		$53\ 6$	$53\ 7$
$(211):(100)$		$45\ 44$	$45\ 49\frac{1}{3}$
$(211):(111)$		$18\ 11$	$18\ 13\frac{1}{2}$
$(122):(100)$		$76\ 15$	$76\ 17$
$(\bar{2}11):(\bar{2}\bar{1}1)$		$53\ 28$	$53\ 23$
$(\bar{2}11):(\bar{1}00)$		$45\ 54$	$55\ 55$

Die mehrere cm grossen, scharlach- bis ziegelrothen Krystalle sind meist säulenförmig in der Richtung der c-Axe und etwas tafelförmig nach (100). Die von Rammelsberg angebene Zwillingsbildung konnte nicht nachgewiesen werden, dagegen ist Parallelverwachsung häufig. Spaltbarkeit nach (100). Die Flächen der Prismenzone zeigen keine merkbare Auslöchungsschiefe. (010) ist Ebene der optischen Axen, erste Mittellinie fast genau $\parallel c$.

Li : $2E_a = 70^0 31'$, $2H_0 = 38^0 30'$ $2H_a = 113^0 44'$ ca.
Na : $74\ 4$ $40\ 25$ $= 113\ 44$ $2V_a = 42^0 59$ ca.

Durch Prismenbeobachtung ergab sich $\alpha_{Li} = 1,5710$, $\beta_{Li} = 1,5547$, $\gamma_{Li} = 1,5530$ und $1,5523$. Hiernach ist $2Va_{Li} = 42^0 53\frac{1}{2}'$. Die schwache Doppelbrechung ist positiv, Pleochroïsmus schwach, $\mathfrak{a}$ = ziegelroth, $\mathfrak{b}$ = scharlachroth, $\mathfrak{c}$ = blutroth.

Ref.: P. Groth.

23. G. Bodländer (in Göttingen): **Ueber feste Lösungen** (N. Jahrb. f. Min. u. s. w. 1898, Beil.-Bd. **12**, 52—114, mit 9 Figuren).

Feste Lösungen sind homogene feste Mischungen von zwei oder mehreren Körpern in continuirlich wechselnden Verhältnissen, bei denen die Eigenschaften jedes Bestandtheiles durch die Gegenwart und Menge des anderen beeinflusst werden (van t'Hoff, Zeitschr. f. physik. Chem. 1890, **5**, 322). Unter diesen Begriff fallen die Gläser, aus Gas und einem Metall bestehende Systeme (z. B. Pd_2H), Adsorptionen, anomale Mischungen krystallisirter Körper, dilut gefärbte Krystalle, Zeolithe und andere Hydrate, deren Wassergehalt continuirlich sich mit der Dampfspannung ändert, isomorphe Mischungen, während dies bei den Mischungen von Metallen mit festen Metalloïden (Eisen und Kohlenstoff) zweifelhaft ist. Nach Annahme von van t'Hoff verhalten sich feste Lösungen wie flüssige und gestatten somit eine Molekulargewichtsbestimmung der gelösten Stoffe. Von diesem Gesichtspunkte aus sind wiederholt [s. d. Aufzähl. am Schluss d. Ref.] derartige Bestimmungen versucht worden, als deren Resultat sich auffallender Weise ergeben hat, dass die festen Körper in der Regel ein einfaches Molekulargewicht besitzen. Verf. hat es nun unternommen, die Zulässigkeit dieser Bestimmungsmethode zu prüfen.

Sind die homogenen festen Mischungen den flüssigen Lösungen vergleichbar,

so muss in ihnen ein osmotischer Druck herrschen, der die Molekulargewichtsbestimmung gestattet. Wegen der überaus grossen Langsamkeit der Diffusion kann dieser Druck direct nicht gemessen, wohl aber indirect aus der Veränderung des Gasdruckes mit der Zusammensetzung der festen Lösung berechnet, oder besser noch aus der Löslicheitserniedrigung ermittelt werden, welche ein fester Körper erleidet, wenn er einen anderen gelöst enthält. Da eine Geltung der Gasgesetze nur für verdünnte flüssige Lösungen erwartet werden kann, muss sich die Untersuchung nur auf solche beschränken, denn nur dann lassen sich aus Dampfspannungserniedrigung und Vertheilungsverhältnissen Schlüsse auf den osmotischen Druck des gelösten Stoffes ziehen. Es muss noch durch die Erfahrung festgestellt werden, innerhalb welches Concentrationsbezirkes bei festen Lösungen der osmotische Druck der Concentration proportional ist. Von den Bestandtheilen der festen Lösung muss wenigstens einer eine geringere Löslichkeit für das in Betracht kommende Lösungsmittel haben. — Auch der Schmelzpunkt einer festen Lösung kann zur Ermittelung des osmotischen Druckes in ihr herangezogen werden. Unter diesem Gesichtspunkte werden die Aenderungen des Schmelzpunktes erörtert, die eintreten müssen, wenn der gelöste Stoff B in der festen Lösung ebenso löslich ist, wie in der flüssigen A, oder wenn er in ihr leichter oder schwerer löslich ist, sowie der Einfluss, welchen Gleichheit oder Verschiedenheit der Molekulargrösse in der festen oder flüssigen Phase auf den Schmelzpunkt ausüben. Im ersten Falle schmilzt B in allen Mischungen bei der gleichen Temperatur, bei der es in der an B ärmsten Mischung schmilzt, d. h. B und A schmelzen gleichzeitig beim Schmelzpunkte der reinen Substanz A, welches auch die Zusammensetzung der Mischung ist, die feste Mischung schmilzt homogen. Geht man von der Substanz A durch eine Reihe isomorpher Mischungen mit steigendem Gehalt an B zur reinen Substanz B über, so müsste, wenn auch bei höheren Concentrationen für die osmotischen Drucke die Gasgesetze gelten würden, eín Theil der Mischung beim Schmelzpunkte von A, der Rest beim Schmelzpunkte von B schmelzen. Im zweiten Falle steigt der Schmelzpunkt des Lösungsmittels bei steigendem Gehalte an gelöstem Stoff, im dritten sinkt er. In diesen beiden Fällen schmilzt die Lösung nicht homogen, weil der zuerst verflüssigte Theil der festen Lösung eine andere Zusammensetzung hat, als der Rest. Da das Molekulargewicht in beiden Phasen das gleiche ist, müssen die Gehalte an gelösten Stoffen im flüssigen und im festen Theile zu einander in constantem Verhältnisse der Löslichkeiten des Stoffes im festen oder flüssigen Lösungsmittel stehen. Besitzt der gelöste Stoff in der festen Lösung ein kleineres Molekulargewicht, als in der flüssigen, ist aber die Löslichkeit in beiden gleich, so steigt der Schmelzpunkt des Lösungsmittels bei steigendem Gehalte an gelöstem Stoff. Ist das Molekulargewicht grösser, so sinkt der Schmelzpunkt. Bei Verschiedenheit des Molekulargewichtes in beiden Phasen kann homogenes Schmelzen nur für eine bestimmte Mischung eintreten. Ist C die Concentration des gelösten Stoffes in der festen, C_1 in der flüssigen Lösung, p der gemeinsame Dampfdruck des gelösten Stoffes, und giebt m und n an, um wieviel die in fester und flüssiger Lösung befindlichen Moleküle des gelösten Körpers grösser sind als die gasförmigen, so ist: $C = Kp^m$; $C_1 = K_1 p^n$; K und K_1 sind Constanten. Ist $C = C_1$, so ist $\frac{K}{K_1} = p^{n-m}$, das kann aber nur bei einem bestimmten Werthe von p, also nur bei einem bestimmten Mischungsverhältnisse sein, in allen anderen ist C verschieden von C_1.

Mit der Gefrierpunktserniedrigung lässt sich noch besser die Veränderung

des Umwandlungspunktes vergleichen, die eine dimorphe Substanz erleidet, wenn sie mit einem anderen Körper gemischt ist, die nur in der festen Modification, oder leichter in ihm löslich ist, als in der anderen. Es wird dies näher an einer Mischung von Jod und Chlorsilber erörtert. Der Umwandlungspunkt von der regulären in die hexagonale Modification beim Jodsilber wird hierbei erniedrigt, und aus dem Grade der Erniedrigung, der Umwandlungswärme und der Concentration kann das Molekulargewicht des Chlorsilbers in festen Lösungen ermittelt werden. Des Weiteren wird ausgeführt, dass die Kenntniss des osmotischen Druckes in einer isomorphen Mischung noch nicht befähigt, das wahre Molekulargewicht der gelösten Substanz zu ermitteln. Es lässt sich nämlich aus dem osmotischen Druck einer Lösung von NH_3 oder CO_2 nicht bestimmen, ob in ihr Moleküle NH_3 und CO_2, oder $NH_3 + nH_2O$, $CO_2 + nH_2O$ vorhanden sind; ebenso würden in einer festen Lösung Moleküle der Formel AB_m denselben osmotischen Druck ausüben, wie einfache Moleküle A, Moleküle A_2B_m denselben wie Moleküle A_2. Auch ist darauf hinzuweisen, dass Molekülverbindungen zwischen den beiden Bestandtheilen einer isomorphen Mischung auftreten können, wie dies aus der in vielen Fällen, z. B. bei Blei- und Strontiumdithionat beobachteten Erhöhung der Löslichkeit in gemeinsamen Lösungen der beiden isomorphen Salze hervorgeht. Bei denjenigen homogenen festen Mischungen, welche erkennen lassen, dass auch im festen Zustande die Gesetze des osmotischen Druckes gelten, wie z. B. Jod oder Tiophen in Benzol (vgl. Beckmann und Stock, Zeitschr. f. physikal. Chem. 1895, **17**, 106—189; 1897, **22**, 609), und welche die abnormen Gefrierpunktserniedrigungen der flüssigen Lösungen bedingen, ist aber Isomorphie ausgeschlossen. Genau die gleichen Erscheinungen müssen auch auftreten, wenn die Bestandtheile der Mischung sich nicht molekular durchdringen, sondern durch Oberflächenanziehung an einander anhaften. Wie feste Lösungen verhalten sich in Bezug auf die Löslichkeit des Adsorptionsmittels und des adsorbirten Stoffes auch die Systeme, die bei der Aufnahme von Gasen oder gelösten Stoffen durch poröse Körper (Holzkohle) entstehen. Da das Vertheilungsverhältniss des adsorbirten Stoffes zwischen Gas oder flüssiger Lösung einerseits und fester Lösung andererseits bei hohen Concentrationen der Adsorption zu Molekulargewichten der adsorbirten Stoffe führt, die kleiner sind, als die kleinsten möglichen Werthe, selbst bei Annahme einer vollkommenen Dissociation in die Einzelatome, so deutet dies darauf hin, dass hier nur Oberflächenanziehung wirkt. Auch die gefärbte Faser stellt keine eigentliche Lösung dar, sondern eine Adsorption. Nach Ansicht des Verf. sind zu den Adsorptionen auch die festen Lösungen des Wassers in manchen Zeolithen, die Mischungen von Salmiak und Eisenchlorid und Aehnliches zu rechnen.

Wie aus den Untersuchungen von Küster (diese Zeitschr. **21**, 188; **22**, 610) hervorgeht, können die isomorphen Mischungen nach dem Verhalten ihrer Schmelzpunkte nicht als feste Lösungen angesprochen werden; das Gleiche gilt auch von den von Schenk (Zeitschr. f. physikal. Chemie 1898, **25**, 350) untersuchten anisotrop flüssigen isomorphen Mischungen. Die Erniedrigung der Schmelzpunkte einer festen homogenen Mischung (wie z. B. Jod in Benzol) kann nicht eintreten, wenn die Bestandtheile der Mischung eine ununterbrochene Mischungsreihe in allen Verhältnissen geben. Für ein System von zwei Stoffen tritt bei bestimmter Temperatur ein vollständiges Gleichgewicht ein, wenn drei Phasen zugegen sind. Sind Mischkrystalle, flüssige Schmelze und Dampf neben einander vorhanden, so ist bei gegebener Temperatur die Zusammensetzung der beiden ersteren bestimmt. Liegt aber der Schmelzpunkt der an A reichen Mi-

schungen niedriger als der von A, so gäbe es bei derselben Temperatur zwei Gleichgewichte zwischen Schmelzen und Krystallen verschiedener Zusammensetzung, nämlich auf dem fallenden Theil der Schmelzpunktcurve und auf dem, der die Verbindung mit dem Schmelzpunkte der höher schmelzenden Substanz B herstellt; dies kann nur sein, wenn die Mischungsreihe zwischen den beiden Mischungen von gleichem Schmelzpunkte eine Lücke hat, also beide Substanzen nicht vollständig isomorph sind.

Die bisher vorliegenden Versuche von Rothmund (diese Zeitschr. **32**, 86), Fock (diese Zeitschr. **28**, 337; Zeitschr. f. physik. Chem. **25**, 74), Küster (Zeitschr. f. physik. Chem. **17**, 356), Roozeboom (ebenda, 8, 507), Würfel (diese Zeitschr. **30**, 634), die einzeln besprochen werden, haben noch keine einwandsfreie Bestimmung der Molekulargewichte fester Stoffe in Gemischen und im reinen Zustande ergeben.

Die Theorie der festen Lösungen hat bisher eine Bestätigung nur bei gewissen anomalen Mischungen gefunden, die mehr durch Adsorption, als durch molekulare Durchdringung entstanden zu sein scheinen. Auf die isomorphen Mischungen sind die Gas- und Lösungsgesetze einstweilen noch nicht anwendbar.

Ref.: H. Traube.

24. L. Milch (in Breslau): **Beiträge zur Kenntniss der granitischen Gesteine des Riesengebirges** (Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1898, Beilageband **12**, 115—237).

Der Granitit des Riesengebirges enthält normalen Orthoklas, welcher stets auf P parallele Auslöschung zu PM, auf M solche unter 5^0—6^0 zu PM zeigt. Die selbständig auftretenden Plagioklase gehören meist den sauren Oligoklasen an, doch finden sich in den zonar gebauten auch basischere damit verwachsen. In den bekannten regelmässigen Verwachsungen von Oligoklas und Orthoklas ist ersterer ebenfalls zonar gebaut; er umrandet oft den letzteren. Ausserdem bildet auch Albit dünne Hüllen über Orthoklas. Der Biotit, sehr dunkel gefärbt und nahe einaxig, wurde von W. Herz analysirt: I. B. aus dem Granitit der Schneekoppe, II. B. aus einer basischen Schliere im Granitit von Arnsdorf.

	I.	II.
SiO_2	40,38	39,66
Al_2O_3	15,40	14,26
Fe_2O_3	5,26	4,01
FeO	7,73	8,10
MgO	19,87	20,48
K_2O	7,11	7,99
Na_2O	1,80	2,60
H_2O	1,68	2,04
	99,23	99,14

Der bekannte Korund von Wolfshau gehört thonerdereichen Schlieren von Pegmatit an, welche aus Korund, Orthoklas, Muscovit und z. Th. Biotit bestehen.

Ref.: P. Groth.

25. R. Klebs (in Königsberg i. Pr.): **Cedarit, ein neues bernsteinähnliches fossiles Harz Canadas und sein Vergleich mit anderen fossilen**

Harzen (Jahrb. d. kgl. preuss. geolog. Landesanst. f. d. J. 1896, **17**, 199—230. Berlin 1897. Erschienen 1900).

Cedarit ist ein neues fossiles Harz, das sich vom Bernstein und anderen fossilen Harzen unterscheidet. Es findet sich auf secundären Lagerstätten in den Triebsandgebieten des Sasketschewan, besonders am Cedar Lake, nach welchem Verf. das Harz genannt hat, in zusammengeschlämmten, zum Theil recht ansehnlichen Lagern. Die dort gefundenen Harzstückchen erreichen kaum die Grösse einer Erbse. Die Hauptmasse besteht aus kleineren Stücken, während solche bis zur Grösse einer kleinen Wallnuss sich nur ganz vereinzelt finden. Die Stücke sind rundlich, abgerieben und matt geschliffen. Zapfenförmig geflossene Stücke mit lamellarer Structur sind nicht selten. Die Verwitterungsrinde ist schmutzig-weisslich, das Harz selbst klar oder durch Beimengungen getrübt. Es ist in allen vom Verf. angewandten Lösungsmitteln nur zum Theil löslich. Die trockene Destillation ergab 86,8 % Colophon, 9,6 % klares dünnflüssiges, hellfarbiges Oel, 2,4 % dickflüssiges, dunkelbraunes Oel, 0,13 % Blasenbeschlag und 1,06 % Wasserverlust. Auch bei der trockenen Destillation konnte keine Bernsteinsäure nachgewiesen werden.

Der Vergleich der chemischen Zusammensetzung mit der anderer fossiler Harze ergiebt folgende Tabelle der Mittel der vom Verf. ausgeführten Analysen:

	C	*H*	*S*	Asche	*O* aus der Differ.	Zusammensetzung der schwefel- und aschefreien Harze		
						C	*H*	*O*[1]
Cedarit	78,15	9,89	0,31	0,45	11,20	78,75	9,97	11,28
Bernstein	78,07	9,88	0,42	0,19	11,74	78,55	9,64	11,81
Gedanit	80,30	10,35	0,11	0,22	9,02	80,56	10,39	9,25
Copal	78,68	10,14	0,0	0,16	11,02	78,80	10,16	11,04
Beckerit	63,95	8,06	?	5,70	22,29	67,86	8,56	23,58
Stantienit	69,79	8,01	?	1,715	20,485	71,02	8,15	20,83

Der Schmelzpunkt der verschiedenen Harze wurde in Schwefelsäurebädern, in Luftbädern und in Thonballen bestimmt. Es schmelzen:

Cedarit bei 345° (bei 337°—338° gesintert).
Bernstein bei 375°.
Gedanit bei 348°.
Rumänit bei 359°.
Siegburgit verflüchtigt sich, ohne deutlich zu schmelzen, unter Zurücklassung von viel Asche.
Walchowit bei 308° (bei 301° gesintert).
Copal bei 330° (bei 280° gesintert).

Ebenso ergab das Verhalten der verschiedenen Harze gegenüber den verschiedenen Lösungsmitteln so grosse Unterschiede, dass die verschiedenen Harze unter einander wie namentlich vom Cedarit unterscheidbar sind.

Die primäre Lagerstätte des Cedarit ist noch nicht bekannt. Der Verf. nimmt an, dass sie vielleicht der Kreide angehört, doch kann der Cedarit nach den vorliegenden Verhältnissen auch dem Tertiär entstammen.

1) Sauerstoffbestimmungen von Blochmann bezw. Pieszezek.

Nach der Ansicht des Verfs. ist es höchst unwahrscheinlich, dass der Cedarit eine grössere Bedeutung im Handel und in der Industrie erlangt.

Ref.: E. Kaiser.

26. E. von Seyfried (in Strassburg i. E.): **Augit aus Tephrit des Kreuzbergs in der Rhön** (Aus: Geognostische Beschreibung des Kreuzbergs in der Rhön. Jahrb. d. kgl. preuss. geolog. Landesanst. u. Bergakad. f. d. J. 1896, **17**, 3—38. Berlin 1897. — Erschienen 1900. — Abhandl. v. ausserh. d. Anstalt stehend. Pers.).

In dem Tephrit des Kreuzbergs tritt neben porphyrisch ausgeschiedenem basaltischem Augit ($\{\bar{1}11\}$, $\{110\}$, $\{010\}$, $\{100\}$) in der Grundmasse ein lichtgrauer, sehr schwach oder gar nicht pleochroïtischer Augit ($\{110\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{010\}$, $\{100\}$) auf, der aus dem Gesteine isolirt wurde durch wiederholte Behandlung mit HCl zur Abscheidung des Magnetits, durch Kochen mit Sodalösung zur Lösung der von Nephelin und Glas herrührenden gelatinösen Kieselsäure, durch Behandeln mit HF zum Aufschliessen der Feldspäthe, deren Zersetzungsproducte durch Abschlämmen abgetrennt wurden. Wenn die Zeitdauer der Einwirkung der HF richtig bemessen wurde, zeigten sich die Augite nicht angegriffen und nur durch etwas eingeschlossenes Magneteisen verunreinigt, welches aber durch HCl fortgeführt werden konnte. Die Analyse des so gereinigten Augites der Grundmasse des Tephrits ergab auf 100 berechnet:

SiO_2	44,15
Al_2O_3	12,11
FeO	9,16
CaO	20,50
MgO	9,80
K_2O	0,85
Na_2O	3,43

Der Augit steht in seiner Zusammensetzung einem Aegirin sehr nahe, womit aber die hohe Auslöschungsschiefe (gegen c etwa 40^0) und der Mangel an Pleochroïsmus nicht recht im Einklange stehen.

Ref.: E. Kaiser.

27. A. Dannenberg (in Aachen): **Die Mineralien der Granite in der Umgebung von Aachen** (in Dannenberg und Holzapfel: Die Granite der Gegend von Aachen. Jahrb. d. preuss. geolog. Landesanstalt f. d. Jahr 1897, **18**, 1—19. Berlin 1898. — Erschienen 1900).

Von allgemeinerem mineralogischen Interesse in dieser rein petrographisch-geologischen Arbeit ist die Bestimmung des Plagioklases als Albit oder sehr saurer Oligoklas nach der Becke'schen Methode durch Vergleichung der Lichtbrechung mit der des Quarzes, während ein basischer Plagioklas sich nur in einzelnen Concretionen findet. Die Bildung secundärer Minerale bleibt meist auf Neubildungen (Kaolin, Muscovit, Epidot) im Inneren primärer Minerale beschränkt. Nur einmal wurde Epidot in grösseren Individuen beobachtet.

Ref.: E. Kaiser.

28. F. Rinne (in Hannover): **Mineralien einiger norddeutscher Basalte** (in: Ueber norddeutsche Basalte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzen-

den Gebieten der Werra und Fulda. Ebenda: Abhandl. von ausserh. d. Anstalt stehenden Personen, 3—102).

Von mineralogischem Interesse in dieser geologisch-petrographischen Arbeit ist die Beschreibung der in einzelnen Basalten auftretenden, dem Basalte sonst ziemlich fremden Minerale und Mineralcombinationen, wie von Augitconcretionen theils rhombischer, theils monokliner Augite, von Hornblende, von dunklen Glimmern im Leucitbasalt und im Tuff am Pusbalge bei Gudensberg; von Hornblende-Augitmassen, bei denen der Augit in Körnerform der Hornblende eingebettet ist, von Hornblende-Augit-Biotitmassen, in denen keinem Gemengtheile Krystallbegrenzung zukommt, wie von Olivin-Augitmassen, in die zuweilen auch ein dunkler Glimmer eintritt, von Plagioklas-Augitmassen z. Th. mit, z. Th. ohne Olivin, wobei Augit häufig auch rhombisch auftritt und in einzelnen Concretionen von Hornblende begleitet wird. Diese verschiedenartigen Mineralconcretionen werden als ältere Ausscheidungen des Basaltes betrachtet.

Ref.: E. Kaiser.

29. M. Blanckenhorn (in Berlin): **Neues Mineral aus dem Muschelkalk vom Weinberg bei Cassel** (in: Der Muschelkalk auf Blatt Wilhelmshöhe bei Cassel und seine Lagerungsverhältnisse. Ebenda 109—129).

In einer sandig zerfallenden Oolithbank des Wellenkalks findet sich ein, »wie es scheint«, neues Mineral von honiggelber bis orangerother und gelbgrüner Farbe, das nach einer Analyse von Klüss folgendermassen zusammengesetzt ist:

SiO_2	20,71
Al_2O_3	31,17
CaO	1,99
MgO	0,07
Organ. Subst.	0,42
H_2O	45,59
Sa.	99,95

Ref.: E. Kaiser.

30. W. Koert (in Berlin): **Ueber ein Phosphoritvorkommen bei Tesperhude unterhalb Lauenburg an der Elbe** (Jahrb. d. kgl. preuss. geolog. Landesanstalt f. d. Jahr 1898, **19**, CXLVI—CXLIX. Berlin 1899. — Erschienen 1900).

In der Gegend von Tesperhude sind Geschiebeblöcke von mittelmiocänem (Reinbecker) Gestein nicht selten, das in nächster Nähe anstehen muss. In diesem Gestein finden sich Phosphoritknollen von dunkelbrauner Farbe und kugeliger oder ellipsoider Gestalt, zum Theil aber auch in Formen, die durch Verschmelzung mehrerer Knollen entstanden sind. Zuweilen erfüllt der Phosphorit Gastropodenschalen oder sitzt auch Bivalvenschalen auf. Der grösste Durchmesser der Stücke erreicht 5 cm. Die Oberfläche ist rauh, aber keineswegs abgerollt. Es hält jedoch schwer, sie unverletzt aus dem Nebengestein herauszulösen. In petrographischer Beziehung sind diese Phosphorite Sandsteine mit phosphoritischem Bindemittel; nur das Innere wird zuweilen aus reinerem Phosphorit gebildet. Im Dünnschliffe zeigt sich eine concentrische Structur der Phosphoritmasse rund um die Quarzkörner herum.

Die Zusammensetzung des Gesteines, in dem die Phosphoritknollen liegen,

ist unter I., die der Phosphorite unter II., nach den Analysen von Klüss wiedergegeben:

	I.	II.	
Fe	2,75	2,84	
CaO	21,17	21,64	
CO_2	17,39	3,82	
P_2O_5	0,46	12,73	
SiO_2, H_2O, Organ. Subst.	Rest unbedeutende	Rest	(SiO_2 theils als Quarz, theils gebunden)
Al, Mg, K	Spuren	Spuren.	

Fluor fehlt vollständig. Die Menge CO_2 entspricht einem Antheil von 8,68% $CaCO_3$ vom Gesammtgewicht der Knollen.

Die Knollen enthalten dieselben Fossilien wie das Nebengestein. Die Phosphorite sind durch Concentration aus dem Nebengestein entstanden, ähnlich wie die von Credner beschriebenen Knollen aus dem Leipziger Mitteloligocän. Die Fossilreste bildeten daher die Ansatzpunkte der Concretionen, in denen die Kalkschalen erhalten blieben, während in dem Leipziger Mitteloligocän die Kalkmasse der Fossilien für Bildung der Phosphorite verbraucht wurde.

Ref.: E. Kaiser.

31. E. Kaiser (in Berlin, früher in Bonn): **Ueber eine Trennungsmethode der in Thonen auftretenden Mineralien und über die Mineralien der Gesteine am Nordabfalle des Siebengebirges** (aus: Geologische Darstellung des Nordabfalles des Siebengebirges. Verh. d. naturh. Vereins d. preuss. Rheinlande, Bonn 1897, **54**, 78—204).

Die Thone werden zur Abscheidung gröberer Gesteinsstücke geschlämmt und dann mit concentrirter Kali- oder Natronlauge unter Luftabschluss behandelt zur Ueberführung von Feldspath und Kaolin in durch Säuren lösbare Verbindungen. Diese werden mit Salzsäure zerlegt. Dieses Verfahren wird verschiedentlich wiederholt. Dadurch erhält man bei allen Thonen ein Aggregat von Mineralien, das zum grössten Theile aus Quarz besteht. Um die selteneren Mineralien hiervon abzutrennen, behandelt man sie in dem von Laspeyres angegebenen Scheideapparate (s. diese Zeitschr. 1896, **27**, 44) mit Bromoform (spec. Gew. 2,8—2,9).

Mit Hülfe dieser Methode wurden die Thone des Tertiärs am Nordabfalle des Siebengebirges untersucht und an der Hand des Nachweises der den vulkanischen Ausbrüchen des Siebengebirges entstammenden Mineralien gezeigt, dass ein Theil der Thone älter ist, als die vulkanischen Ausbrüche des Siebengebirges.

In den älteren Thonen fanden sich unter den mit Bromoform abgetrennten »schweren« Mineralien Korund, Rutil (hin und wieder in Zwillingen nach {101}, sonst in Nadeln und abgerollten Körnern), Anatas, Zirkon (häufig in Krystallen {100}, {110}, {111}), Magnetit, Spinell ({111}, {110}, {100}), Granat, Titanit, Turmalin neben Muscovit.

In den jüngeren Thonen fanden sich Eisenkies (neben kleinen, traubenförmigen und kugeligen Aggregaten von Eisenkies oder Markasit), Korund, Rutil, Anatas, Zirkon ({111}, {110}, {100}, {110}), Magnetit, Augit, Biotit, Granat, Titanit, Turmalin und Muscovit.

In den dem Tertiär angehörenden Sanden und Quarzconglomeraten finden sich häufig gut erhaltene Quarzkrystalle, die aus den Quarzgängen des Devons

im rheinischen Schiefergebirge stammen. [Näheres über dieselben wurde mitgetheilt diese Zeitschr. 1897, **27**, 55—59.]

In dem Tertiärsande von der Rostinger Heide bei Eudenbach (Messtischblatt Königswinter) fanden sich unter den schweren Mineralien Zirkon ({111}, {100}), Muscovit, Rutil, Turmalin.

In den Trachyttuffen fanden sich neben Feldspath mehr oder weniger frische Biotit-, Hornblende-, Augit- und Magnetitkrystalle. Wasserklare, frische Orthoklaskrystalle vom Hohzelterberg zeigen {001}, {110}, {130}, {010}, {021}, {$\bar{1}$11}, {$\bar{1}$01}, {$\bar{2}$01}. Habitus durch Vorherrschen von {110} und {010} sechsseitig säulenförmig oder durch {001} und {010} rechtwinklig säulenförmig.

Aus den mitgetheilten Messungen ergab sich:

$$a : b : c = 0,6458 : 1 : 0,5521 ; \quad \beta = 64^0 28\tfrac{1}{2}'.$$

Durch Regen sind aus dem Trachyttuffe Sande ausgewaschen, die ausserordentlich reich sind an Körnern und Krystallen von Magneteisen, Titanit, Zirkon und Korund.

Verwitterungsproducte des Trachyttuffes aus den Steinbrüchen östlich von Ramersdorf zeigten unter den schweren Mineralien Muscovit, Biotit, Magnetit, Titanit, Zirkon ({111}, {100}), Turmalin, Apatit u. a.; ähnliche Verwitterungsproducte aus dem Nachtigallenthale bei Königswinter wie von Lannesdorf bei Mehlem zeigten Biotit, Muscovit, Magnetit, Rutil, Granat, Turmalin, Korund, Zirkon ({110}, {111}, {100}, {110}, {111}, {110}, seltener abgerollte Körner). Das Vorkommen im Nachtigallenthale zeigte ausserdem Augit, das von Lannesdorf Andalusit, Titanit, Spinell, Anatas, Hornblende wie Psilomelan in knollenartigen Ueberzügen über einem Haufwerke von Quarz, Feldspath und kaolinartigen Substanzen.

In der Basaltlava von der Kasseler Heide fanden sich neben den gewöhnlichen Basaltmineralien bis 5 cm lange Orthoklaskrystalle, die nach der Klinoaxe stark gestreckt sind. Beobachtet wurden: {001}, {100}, {010}, {$\bar{2}$01}, {$\bar{1}$01}, {110}, {$\bar{1}$11}. Deutlich ist die Absonderung nach {100}. Zonarer Aufbau ist recht deutlich. Verwachsungen von Plagioklas und Orthoklas fanden sich in derselben Lava, wobei Orthoklas die äussere Umhüllung bildete. In derselben Basaltlava fanden sich »Sanidinit«-ähnliche Einschlüsse. Gebildet werden dieselben aus Orthoklas, Plagioklas, Mikroklin oder Anorthoklas, Titanit, Magneteisen, Titaneisen und Apatit. In Drusenräumen zeigen sich Endigungen der Gemengtheile. Apatit tritt hier mit den Flächen {10$\bar{1}$0}, {10$\bar{1}$1} auf (gemessen (10$\bar{1}$0) : (10$\bar{1}$1) = 50° 5').

Der Feldspathbasalt von Kuxenberg zeichnet sich durch grosse Hornblendeausscheidungen (bis 5 cm lang) aus, neben welchem sich in diesem Gesteine Plagioklas, Olivin, Magnetit, Augit, Zirkon und Korund zeigen.

In einem alluvialen Thone des Rheinthales fanden sich: Glimmer (heller wie dunkler), Quarz, Orthoklas, Plagioklas, Zirkon ({110}, 111}), Granat, Rutil, Titanit, Turmalin u. a. Die Glimmer dürften grössentheils aus Biotit in den verschiedenen Verwitterungszuständen bestehen.

Ref.: E. Kaiser.

32. Fr. Katzer (in Sarajewo, früher in Pará): **Ein eigenthümliches Manganerz des Amazonasgebietes** (Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1898, **46**, 41—46).

Die Fundpunkte dieses im Gebiete des Amazonasstromes auftretenden

Manganerzes breiten sich über eine Fläche von 1000 km Länge und 500 km Breite aus. An einzelnen Stellen befindet sich das Erz wahrscheinlich auf secundärer Lagerstätte. Der Hauptbestandtheil des Erzes ist Psilomelan. Es bildet derbe plattige Stücke mit auf der einen Seite nierenförmiger, auf der anderen Seite ebener Oberfläche, mit wellig-schaligem Gefüge. Die Schalen werden nicht selten durch einen dünnen Kaolinbeschlag von einander geschieden. Das Erz besitzt theils eine rauhkörnige, theils eine glatte Oberfläche. Diese beiden Abarten sind auch in ihrer Structur von einander verschieden. Das Erz mit glatter Oberfläche besitzt alle Eigenschaften des normalen Psilomelans, während sich in dem Erze mit rauher Oberfläche kleine Quarz-, weniger häufig auch Orthoklaskörnchen wie auch Biotit und Granitbrocken eingebettet finden, wodurch das Erz einen »sandsteinartigen oder porphyrischen« Habitus gewinnt. Im Dünnschliffe erweisen sich die Erze als wahrscheinlich aus Pyrolusit und Psilomelan bestehend.

Die nicht vollständig durchgeführten Analysen ergaben:

	I.	II.		III.
MnO	65,73	32,05	SiO_2	53,16
BaO	15,58	6,32	$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	5,77
In HCl unlöslich	6,25	55,13	MnO	29,14
Summe	87,56	93,50	BaO	4,70
Spec. Gew.	3,83	3,28		92,77
				3,21

I. Für das freie Auge scheinbar homogener Psilomelan von dichtem Gefüge und grobnieriger Oberfläche vom Campo am Nordfusse der Serra Ereré.

II. Traubenförmig gestaltetes Erz mit porphyrischer Structur und scheinbar vorwaltender Erzmasse vom mittleren Jamundá.

III. Sandsteinartige, wurzelförmig gestaltete Erzprobe von Fáro.

Ref.: E. Kaiser.

33. Fr. Katzer (in Sarajewo, früher in Pará): **Mineralien im unteren Amazonasgebiete** (in: Auf der Lagerstättensuche im unteren Amazonasgebiete, Oesterr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen 1898, **46**, 479—483, 500—503, 515—518).

Es wird das Auftreten von Eisen- und Manganerzen (Rotheisenstein, Brauneisenerz, unreiner Psilomelan) wie von Eisenkies in der Umgegend von Monte Alegre besprochen. Der Eisenkies findet sich in den verschiedenen Gesteinen theils fein eingestreut, theils in grösseren Concretionen, die meist Krystalldrusen bilden in Form von Rosetten, die auf einem Stiel zu sitzen scheinen. Durch feinvertheilten Eisenkies werden manche Lagen der Schiefer, wie die schwarzen, harten, hornsteinartigen, dünnbankigen Quarzite imprägnirt, aus denen die Schwefelquellen von Ereré entspringen.

Ref.: E. Kaiser.

34. A. Gmehling (in ?): **Beitrag zur Kenntniss der westaustralischen Goldfelder** (Ebenda 161—163).

Das Gold findet sich in alluvialen Ablagerungen in sehr weiter Verbreitung in Nuggets von bedeutendem Gewichte, in kleinen Goldkörnchen und in Form von Feingold. In den Sanden wird das Gold von Raseneisenerz, Magnetit,

Chromeisenerz, Hornblende, Turmalin, Zirkon, Rutil und Andalusit begleitet. Für die Goldproduction von grösserer Bedeutung ist das Auftreten des Goldes auf Gängen, besonders der zu Kalgoorlie oder Hannans. Auf vielen Gruben findet sich Tellurgold, begleitet von Calcit, Quarz, Talk, Eisenkies, gediegen Tellur. Das Tellurgold, welches mit silberweisser und bronzegelber Farbe auftritt, ist nach den Untersuchungen von A. Frenzel Sylvanit, neben welchem noch zwei dunkelgefärbte Tellurerze vorkommen, deren mineralogischer und chemischer Charakter jedoch noch nicht näher bekannt ist.

Ref.: E. Kaiser.

35. J. H. L. Vogt (in Christiania): **Der Marmor in Bezug auf seine Geologie, Structur und seine mechanischen Eigenschaften** (Zeitschr. f. praktische Geologie 1898, 4—16, 43—52).

Aus dieser ausführlichen zusammenfassenden Arbeit über den Marmor und seine Eigenschaften unter besonderer Berücksichtigung der norwegischen Vorkommnisse sind folgende Daten von allgemeinem mineralogischen Interesse:

Der Marmor, ein umkrystallisirter Kalkstein oder Dolomit, ist aus den ursprünglichen Carbonatlagern durch Dynamo- (Regional-) oder durch Contactmetamorphose entstanden. Als Begleitmineralien finden sich im Contactmarmor: Granat, Vesuvian, Skapolith, Wollastonit, verschiedene Augit-, Hornblende- und Glimmermineralien, Epidot, Chondrodit, Feldspath, Turmalin, Titanit, Spinell, Magnetit u. a. Der Regionalmarmor zeigt Quarz, Hornblende (besonders Grammatit, dann auch Strahlstein und dunkle Hornblende), Glimmermineralien (weissen Kaliglimmer, Magnesiaglimmer, Chromglimmer), Talk, Chlorit, Eisenglanz, Rutil, als Seltenheit Prehnit, Titanit, Apatit u. a. Ist zuerst regionalmetamorphosirter Marmor später noch contactmetamorphosirt, so stellen sich gleich auch die gewöhnlichen Contactmineralien ein. Der beiden Processen unterworfene Gehalt an kohligen oder bituminösen Substanzen in den organogenen Kalksteinen ist meist völlig oder fast gänzlich verschwunden, in einiger Entfernung von der Grenze der Contactzone aber in Graphit umgewandelt. Die aus Kalkstein und aus Dolomit (wohl unter Mitwirkung kohlensäurehaltiger Wasserdämpfe) entstandenen grobkrystallinen Partikel des Kalkspath- und Dolomitmarmors sind häufig innig mit einander verbunden, wobei sich dann (namentlich durch die verschiedene Art der Zwillingslamellen — nach $\{110\}$ beim Calcit, nach $\{11\bar{1}\}$ beim Dolomit) zeigt, dass beide scharf gegen einander abgegrenzt sind. Diese regelmässige und innige Wechsellagerung führt Vogt dazu, den Dolomitmarmor des nördlichen Norwegens als eine primäre Bildung anzusehen.

An neuen Analysen giebt Vogt folgende:

Kalkspathmarmor.

	Citrongelb, von Fauske in Norwegen	Weiss, von Velfjorden in Norwegen
Unaufgelöst	3,19	0,77
FeO	0,054	0,0085
MnO	0,0063	0,0016
MgO	0,75	0,32
CaO	53,23	55,59

Dolomitmarmor.

	Vereinigte Staaten		Nördliches Norwegen			
	Pleasantville, New-York	Lee, Massachusetts	Normaldolomit			Ofoten
			Fauske	Sirfolden	Seljeli	
Unaufgelöst	0,10	—	0,1	0,06	0,46	Spur
FeO	0,11 [1]	0,24 [2]	0,082	0,053	0,20	0,00365
MnO	—	—	0,0089	0,020	—	0,0012
MgO	21,47	20,92	22,17	21,87	21,47	12,37
CaO	30,59	30,59	—	30,27	30,33	41,40
CO_2	—	—	—	47,70	—	—

Die Unterschiede zwischen diesen beiden Marmorarten, ihre Structurarten, die Farbe, die Kornfestigkeit, Härte, Lichtdurchlässigkeit, Porosität, Verwitterung, die Haltbarkeit werden ausführlich besprochen, die wichtigsten Marmor producirenden Länder werden aufgeführt, und manche Details über die technische Gewinnung, Brauchbarkeit und Verwendung des Marmors werden gegeben, doch muss in Bezug auf Einzelheiten auf die Originalarbeit verwiesen werden.

Es mag nur noch die Folgerung aus der structurellen Verschiedenheit von Kalkstein- und Dolomitmarmor angeführt werden, dass der Dolomitspath entschieden eine sehr beträchtlich höhere Widerstandskraft gegen mechanische Deformationen besitzt als Kalkspath. Die Farbe der nordländischen Marmorarten soll organischer Natur sein.

Ref.: E. Kaiser.

36. S. Kusnetzow (in Omutninsk, Gouv. Viatka, Russland): **Die Glaubersalzbildung im Karabugas-Busen** (Zeitschr. f. prakt. Geologie 1898, 26—27).

In die Karabugas'sche Bucht auf der Ostseite des Kaspischen Meeres, welche sehr viel Wasser durch Verdunstung verliert, tritt fortgesetzt Wasser des Kaspischen Meeres ein, welches in 1000 Theilen enthält:

$NaCl$	0,780
KCl	0,044
$MgCl_2$	0,054
SO_4Mg	0,304
SO_4Ca	0,084
CO_3Ca	0,016

Die Bucht wird durch die beständige Verdunstung immer salzreicher. Durch eine Umsetzung von $NaCl$ und SO_4Mg bildet sich Glaubersalz ($SO_4Na_2 + 10H_2O$), von welchem sich der grösste Theil ausscheidet. Auf dem Grunde vom Karabugas finden sich in den weniger concentrirten Theilen einzelne Gypskrystalle im Schlamme; weiter nach der Mitte findet sich eine feste Kruste dieses Minerales und in den centralen Theilen der Bucht ein Lager von reinem Glaubersalz, bestehend aus durchsichtigen Krystallen. Im Sommer beträgt die Mächtigkeit dieses Absatzes 1 m, im Winter jedoch viel mehr.

Ref.: E. Kaiser.

1) Daneben 0,07 Al_2O_3.
2) $Fe_2O_3 + Al_2O_3$.

37. Fr. Beyschlag (in Berlin): **Das Manganeisenerzvorkommen der „Lindener Mark“ bei Giessen in Oberhessen** (Ebenda 94—96).

$\frac{1}{2}$ Stunde von Giessen entfernt befindet sich diese »wohl das grossartigste derartige Vorkommen Deutschlands« darstellende Erzlagerstätte. Nester, Schalen und Knollen von mit Psilomelan verwachsenem Pyrolusit liegen in einem mulmigen, manganhaltigen Brauneisenerz auf einem an der Oberfläche zu mehr oder minder eisen- und manganhaltigem Dolomit umgewandelten Stringocephalenkalke. Als besondere, secundäre, im Lager selbst durch Concentration entstandene Neubildungen finden sich Pyrolusit, Polianit, Wad und Manganit.

Die Ablagerung des Manganeisenerzes soll gleichzeitig mit der Umwandlung des Kalkes in Dolomit durch fliessende Gewässer stattgefunden haben.

Ref.: E. Kaiser.

38. R. Beck (in Freiberg): **Die Zinnerzlagerstätten von Bangka und Billiton** (Ebenda 121—127).

In dieser sich an das Werk von R. D. M. Verbeek »Geologische Beschrijving van Bangka en Billiton« (im Jaarboek van het Mijnwezen in Nederlandsch Oost-Indie 1897) anlehnenden Arbeit werden die mineralogischen Verhältnisse der beiden kleinen Inseln Bangka und Billiton wie der umgebenden Inselchen besprochen.

Zinnerz kommt theils auf ursprünglicher Lagerstätte, theils in Seifen vor. In dem Granite tritt er auf Quarzgängen, in den sogenannten Zwitterbändern und als ursprünglicher Gemengtheil des Granites auf. In dem Pulver des Granites von Tandjong Lajang, District Soengi Leat, im N.O. der Insel Bangka, der einen normalen mittelkörnigen Granit ohne eine Spur von secundären Quarztrümern darstellt, fanden sich deutlich erkennbare bis über 0,2 mm grosse Zinnsteinkörner, zum Theil mit von zonalem Aufbau herrührender hellroth und rothbraun gestreifter Färbung; ein Exemplar zeigte scharfe Krystallflächen. Zinnstein fand sich also auf Bangka als accessorischer Gemengtheil normalen Granites. In dem Granit vom Hügel Sĕlinta im Ladigebirge an der Ostküste von Mittel-Bangka fanden sich in 60 kg zerstampftem Granit 125 g Zinnerz (also $\frac{1}{5}$ %). Der Zinnstein erscheint in schönen, prachtvoll zonal aufgebauten Zwillingen mit recht deutlich hervortretender, ziemlich vollkommener prismatischer Spaltbarkeit. Neben Zinnstein treten Topas ($\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ des Gesteines), Quarz, Lithionglimmer, Wolframit und Zirkon auf, sodass auf Bangka also auch echter, Zinnstein führender, topasreicher Greisen auftritt. Die Untersuchung der mit Thoulet'scher und Klein'scher Lösung aus Graniten abgetrennten Quarz-Feldspathgemische wie der Glimmer und auch der Granite selbst, in denen unter dem Mikroskope die Abwesenheit des Zinnerzes nachgewiesen wurde, zeigte einen Zinnoxydgehalt von 0,01—0,07 %. Dieser Gehalt an SnO_2 soll in den Graniten nicht als Zinnstein, sondern chemisch gebunden an Silicate, also als Vertreter der Kieselsäure enthalten sein.

Die zinnsteinführenden Quarzgänge, meist von geringer Mächtigkeit, enthalten alle Magnetit, manche auch Turmalin, einige auch Wolframit. Die Quarzschnüre in den Sandsteinen enthalten entweder nur Zinnerz oder auch Eisenkies, Spatheisenstein und Brauneisenerz.

Lose, wenig abgerollte krystalline Blöcke bis zu mehr als 1000 kg Gewicht finden sich in dem östlichen Theile von Billiton auf dem verwitterten Grundgebirge, bedeckt von quartärem Sand und Thon. Nach Verbeek sollen diese

Blöcke aus den obersten Teufen der Gangspalten stammen, was Beck durch die Structurverhältnisse beweist.

Der Zinnerzgehalt soll durch aufsteigende Lösungen in die Gangspalten gelangt sein. Der Zinnoxydgehalt der den Granit von Bangka und Billiton zusammensetzenden Silicate stellt dabei die genetische Abhängigkeit der dortigen Zinnerzgänge von jenen Eruptivgesteinen ausser Zweifel. Diese Ansicht wird durch den Nachweis einer Zinnoxyd liefernden, warmen Quelle, genannt Ajer Panas, in Selangor auf Malakka, bestärkt. Diese Quelle setzt einen Kieselsinter ab, der aus

SiO_2	91,8
H_2O	7,5
SnO_2	0,5
Fe_2O_3	0,2

zusammengesetzt ist.

In den Zinnerzseifen treten als Begleiter des Zinnsteines auf: Quarz (zum Theil in bis $\frac{1}{3}$ m langen, kaum etwas abgerundeten Krystallen), Turmalin, Brauneisenstein, Manganit, Bauxitknollen, Topaskrystalle (in vier Seifen von Billiton) und Monazitkrystalle (zu Dendang auf Billiton und Muntok auf Bangka). Der Monazit ist frei von Thorium und Fluor.

Ref.: E. Kaiser.

39. J. H. Kloos (in Braunschweig): **Zinnober führende Trachyttuffe vom Monte Amiata im südlichen Toscana** (Zeitschrift für praktische Geologie 1898, 158—163).

Sandige, thonartige und »tuffige« Gesteine aus der Umgebung des Trachytes des Monte Amiata erweisen sich schon bei der oberflächlichen Untersuchung als Zinnober führend, neben welchem zerriebene Sanidinkrystalle, Glimmerblättchen und kaolinartige Zersetzungsproducte der im Trachyt auftretenden Mineralien vorkommen. Theilweise fällt der Zinnobergehalt schon durch die rothe Farbe und das hohe Gewicht auf. Der Gehalt dieser Feldspathsande an Quecksilber beträgt 0,35—54,35%. Kaolin, in welchem unter dem Mikroskop nur die winzigsten Blättchen des Kaolinits untermischt mit Zinnober sichtbar waren, ergab 4,80% und zersetzter Trachyt 2,76—5,36% Quecksilber.

Ref.: E. Kaiser.

40. R. Beck (in Freiberg): **Die Diamantenlagerstätte von Newland in Griqua Land West** (Ebenda 163—164).

Das diamantenführende Gestein von Newland ist ebenfalls ein stockförmig auftretendes Olivingestein aus der Gruppe der Kimberlite. Seine immer breccienartige oder tuffähnliche, vollständig serpentinisirte Masse enthält in unregelmässiger Vertheilung zahlreiche Pyropen in allen möglichen Nüancen von lichtcolumbinroth und violett bis rubinroth und gelbbraun, grünen Chromdiopsid, dunkelgrünen Enstatit, Titaneisenerz, zahlreiche Körner und oft sehr schön ausgebildete Oktaëder von Chromeisenerz, Magnetit, braunen Glimmer und wohl secundär Baryt und Eisenkies. Die hierin zerstreuten Diamanten sind vorwiegend als Oktaëder ausgebildet, zum Theil in wunderbar scharfen Formen. Es zeigt sich der Diamant häufig an der Peripherie von Granatausscheidungen concentrirt.

Ref.: E. Kaiser.

41. E. Hussak (in São Paulo): **Der goldführende, kiesige Quarzlagergang von Passagem in Minas Geraës, Brasilien** (Ebenda 345—357).

Auf der Goldmine Passagem (7 km östlich von der Hauptstadt des Staates Minas Geraës, Ouro preto, (früher Villa Rica)) wird ein Quarzlagergang abgebaut, der zwischen Glimmerschiefer, kryptokrystallinen Schiefer und Itabirit eingelagert ist, die alle mehr oder weniger stark im Contact verändert sind. Auf der Grube sind folgende Mineralien gefunden worden: 1. Gold tritt am reichlichsten auf in den reinen Arsenkies-Turmalinpartien des Ganges; fein vertheilt ist es in den feinkrystallinischen, porös-zelligen Aggregaten von Turmalinkryställchen. Auf Arsenkieskrystallen finden sich in Hohlräumen 1—2 mm grosse Krystalle $\{111\}$, $\{110\}$, $\{520\}$, wozu noch verschiedene $\{kh0\}$ treten. Gewöhnlich ist das Gold fein vertheilt in unregelmässig zackigen Stückchen oder als dünner blättriger Ueberzug. Das Gold ist stark wismuthhaltig. 2. Arsenkies bildet compacte, körnige Massen, oder ist mit Turmalin vereint krystallisirt in lockeren Aggregaten oder endlich sporadisch in grösseren Krystallen vorhanden. Die Krystalle sind tafelig ausgebildet nach $\{110\}$ und $\{101\}$, wozu $\{001\}$, $\{013\}$, $\{012\}$ und $\{011\}$ hinzutreten. Zwillinge und Drillinge nach $\{110\}$. 3. Schwefelkies theils derb, theils krystallisirt ($\{111\}$, $\{100\}$, $\{110\}$ oder $\{111\}$, $\{100\}$ allein). 4. Magnetkies, tombackbraun, in Gangquarz eingewachsen. 5. Kupferkies. 6. Quarz, reich an Flüssigkeitseinschlüssen, Turmalin, seltener mit Zirkon. 7. Oligoklas-Albit ohne polysynthetische Zwillingsstreifung im Dünnschliff. 8. Muscovit und ein smaragdgrüner, chromhaltiger Glimmer (Fuchsit). 9. Zirkon. 10. Monazit in den mit Salpetersäure behandelten Waschrückständen der goldreichsten Arsenkies-Turmalinaggregate des Ganges. 11. Xenotim in mikroskopischen, weingelben Kryställchen $\{111\}$. 12. Magnetit. 13. Rutil in winzigen Nädelchen in Quarz und Glimmer eingewachsen. 14. Amphibol (Aktinolith?) in kleinen schwärzlichgrünen Nädelchen mit starkem Pleochroïsmus den Oligoklas durchspickend. 15. Biotit, häufig mit Granat und Disthen vereinigt. 16. Turmalin als häufigster Bestandtheil in zelligen, lockeren Aggregaten und in mikroskopischen, durchsichtigen Krystallen. 17. Andalusit, selten in 1—2 cm langen, ca. 1 cm dicken Säulen, ganz in Muscovit umgewandelt. 18. Granat. 19. Disthen. Die beiden letzten bilden mit Biotit und Schwefelkies kleine Flasern oder unregelmässige Aggregate. 20. Staurolith in unregelmässigen Krystallstengeln. 21. Als Cummingtonit werden strohgelbe bis hellbraune, feinfaserige Krystallstengel mit fehlendem Pleochroïsmus gedeutet, die nach vorläufiger Analyse zusammengesetzt sind aus:

SiO_2	53,81
$Fe_2O_3 + MnO$	36,29
MgO	9,90
CaO	Spur
Al_2O_3	Spur
Alkalien	Spur
Glühverlust	Spur

Spec. Gew. 3,2. 22. Hercynit in Oktaëdern und abgerundeten Körnern. 23. Calcit als Ausfüllung der zelligen Turmalinaggregate häufig mit Gold vereinigt. 24. Siderit in winzigen $\{10\bar{1}1\}$, 25. Limonit als Zersetzungsproduct. Nach Ferrand, der die Grube früher beschrieb, sollen noch Bleiglanz, Antimonglanz und Dolomit vorkommen.

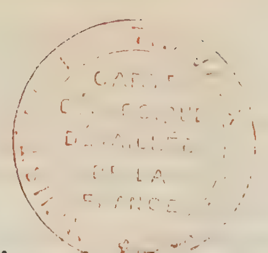
Von diesen Mineralien treten auf 1. als Gangminerale: Quarz, Arsen-

kies, Schwefelkies, Kupferkies, Magnetkies, Bleiglanz, Antimonglanz, Gold (mit Wismuth), Calcit, Dolomit, Siderit und Limonit, wovon die letztgenannten inclusive Gold secundäre Infiltrationen und Neubildungen sind. 2. Als Granitminerale: Quarz, Muscovit, Biotit, Oligoklas-Albit, Zirkon, Monazit, Xenotim, vielleicht auch Amphibol, Magnetit und Rutil. 3. Als Contactminerale: Turmalin, Andalusit, Staurolith, Disthen, Granat, Hercynit, Cummingtonit, z. Th. auch Biotit.

Die aus der eingehenden petrographischen Beschreibung der einzelnen Mineralassociationen allgemeiner interessirenden mineralogischen Daten sind in die obige Zusammenstellung aufgenommen.

Ref.: E. Kaiser.





XIV. Ueber die Mineralvorkommen von Ceylon.

Von

Fr. Grünling in München.

(Hierzu 1 Karte [Taf. VI] und 1 Textfigur.)

Literatur.

I. Journal of the Ceylon Branche of the Roy. Asiatic Soc. (mit Anhang: Proceedings). Colombo [1]).

Vol. I. 1845—48. Nr. 1, 2, 3. Nr. 1, 1845; Nr. 2, 1846—47; Nr. 3, 1847—48.

R. Gygax, On the Mineralogy of Ceylon. Nr. 3, p. 1—4 (1—4).

A. O. Broddie, On the Manufacture of Salt by solar evaporation — with a special reference to the Methods adopted in Chilaw and Putlam Districts of Ceylon. Nr. 3, p. 99 (105—114).

Vol. II. 1848—1855. Nr. 4—8. Nr. 4, 1848—49; Nr. 5, 1849—50; Nr. 6, 1853; Nr. 7, 1853; Nr. 8, 1855.

Henderson, On Ceylonit found near Trincomalee. Nr. 4, p. 89 (97).

C. F. Kelaart, Laterit formation, fluviatile deposit of Nuwara Eliya. Nr. 5, p. 87 (210).

A. O. Broddie, Statistical Account of the Districts of Chilaw and Puttalam. Nr. 6, p. 26 (31).

Vol. V. 1870—71. Nr. 16—19. Nr. 16, 1870—71.

H. Nevill, Notes on the Geological Origin of S.-W. Ceylon. Nr. 16, p. 11.

Vol. VI. 1879—80. Nr. 20—22. Nr. 22, 1880.

A. C. Dixon, The Rocks and Minerals of Ceylon. Nr. 22, p. 39.

Vol. VII. 1881—82. Nr. 23—25 und Extranummer 1882. Nr. 23, 1881.

A. C. Dixon, Gold in Ceylon. Nr. 23, p. 12.

Vol. IX. 1885—86. Nr. 30—33. Nr. 30, 31, 1885; Nr. 33, 1886.

A. M. Ferguson, Plumbago: with special reference to the position occupied by the Mineral on the Commerce of Ceylon; and the question discussed of the alleged existence in the Island of the allied substance Anthracite. Nr. 31, p. 171—266.

---

1) Die Paginirung hat vielfache Correcturen erlitten, ferner haben Originalheft und Neudruck andere Paginirung. Die Richtigstellung der Paginirung findet sich im »Index« zu Vol. I bis XI, Nr. 1—41, 1845—1890, auf Seite 16—31. Um Irrthümer zu vermeiden und das Suchen zu erleichtern, sind zuerst die richtigen Seitenzahlen, sodann in Klammer die unrichtigen oder die des Neudruckes beigefügt.

A. M. Ferguson, dieselbe Arbeit etwas kürzer in »Proceedings« für 1885, p. XXIII—XLVIII (CIII—CXXVII).

Vol. X. 1887—88. Nr. 34 und 35, 1887; Nr. 36 und 37, 1888.

G. Vane, The Pearl Fisheries of Ceylon. Nr. 34, 14.

Vol. XI. 1889—90. Nr. 38 und 39, 1889; Nr. 40 und 41, 1890.

F. H. Modder, The Animal-shaped Rocks of Kurunegala. Nr. 40, 377 mit Abbildungen.

Für Lage und Schreibweise der Ortschaften und Flüsse:

Itinerary of Roads in the Island of Ceylon, Second edit. Colombo 1888. 2 Bände und Karte auf 12 Blättern, Surveyor-General's Office, Colombo.

Für Eintheilung in Provinzen, Districte, Korales und Pattu's (Pattuwa's):

E. Stanford's Map of Ceylon, London.

R. Knox, An Historical Relation of Ceylon. London 1681. — Ceylanische Reisebeschreibung. Leipzig 1689. — Relation ou Voyage de l'isle de Ceylan. 2 Vols. Amsterdam 1693.

F. Valentyn, Beschryving van Oud en Nieuw Oost-Indien. 5 Vols. Dordrecht et Amsterdam 1726.

J. Cordiner, A Description of Ceylon, containing an account of the country, inhabitants, and natural productions, with narratives of a tour round the Island in 1800 etc. etc. 2 Vols. London 1807.

Élie de Beaumont, Ueber die Formenbeziehungen zwischen dem Relief des Bodens von Ceylan und gewissen Gebirgsmassen auf dem Monde (Ann. Scienc. nat. 1831, **12**, 88—96. Auszug Leonhardt's Jahrb. f. Min. Geogn. 1832, **3**, 110.)

J. Prinsep, Ueber Ceylan'schen Graphit (Calcutta Gleanings of Science, referirt in Leonhardt's Jahrbuch 1833, S. 552).

Sir J. E. Tennent, Ceylon. An account of the Island, physical, historical and topographical, with notices of its natural history, antiquities and production. London 1860.

v. Richthofen, Bemerkungen über Ceylon. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1860, **12**, 523.

Ceylon, A general description of the Island, Historical, Physical, and Statistical by an Officer, late of the Ceylon Rifles. 2 Vols. London 1876.

F. Sandberger, Beitrag zur Kenntniss des Graphits von Ceylon. Neues Jahrbuch f. Miner. 1887, **2**, 12. Ref. diese Zeitschr. **15**, 628.

A. M. und J. Ferguson, All about gold, gems and pearls (also minerals generally) in Ceylon and Southern India. London 1888.

J. Walther, Graphitgänge im zersetzten Gneiss (Laterit) von Ceylon. Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1889, **12**, 359. Ref. diese Zeitschr. **20**, 290.

M. Bauer, Durchsichtiger blauer Spinell von Ceylon. Neues Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1895, **1**, 281. Ref. diese Zeitschr. **28**, 618.

F. Zirkel, Ceylon. Vortrag, gehalten im Vereine für Erdkunde zu Leipzig 1896 Leipzig, Breitkopf & Härtel.

M. Bauer, Chrysoberyllkrystall von Ceylon. Neues Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1897, **2**, 106. Ref. diese Zeitschr. **30**, 621.

G. Melzi, Sopra alcune rocce dell' isola di Ceylan. Rendiconti del R. Instituto Lomb. di scienze e lettere, Serie II, 1897, **30**.

A. Lacroix, Contributions à l'étude des gneiss à pyroxène et des roches à wernérite. Chapitre VII, p. 198, Extrait du Bulletin d. l. soc. Française de Min., Avril 1889. Ref. diese Zeitschr. **20**, 290.

A. Lacroix, Dasselbe in englischer Uebersetzung von F. R. Mallet, Contributions to the study of the pyroxenic varieties of Gneiss and of the Skapolithe (Records Geolog. Surv. of India 1891, **24**, Pt. 3).

Max Diersche, Beitrag zur Kenntniss der Gesteine und Graphitvorkommnisse Ceylons. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt, Wien 1898, **48**, 231.

E. Ch. Schiffer, Chemische Untersuchung eines körnigen Dolomits aus dem Gneiss von Wattegama in Ceylon. Inaug.-Dissert. München 1900.

E. Weinschenk, Zur Kenntniss der Graphitlagerstätten. — 3. Die Graphitlagerstätten der Insel Ceylon. Zeitschr. f. prakt. Geologie 1900, Juni, S. 174.

——, Zur Kenntniss der Graphitlagerstätten, chem.-geolog. Studien. III. Die Graphitlagerstätten der Insel Ceylon. Abhandlungen d. k. bayer. Akad. d. Wiss. II. Cl., **21**, 2. Abth., 279 f., München 1900.

Das Curatorium der Tamnau-Stiftung in Berlin, bestehend aus den Herren Prof. Klein, Prof. Bauer in Marburg und Prof. Groth in München, veranlasste vor vier Jahren eine mineralogische Sammelreise nach der Insel Ceylon, deren Ausführung mir übertragen und im Winter 1896 bis 1897 von mir auch durchgeführt wurde.

Es ist wohl hier nicht mehr nöthig auf geographische Einzelheiten bezüglich der Insel einzugehen, nur einige sehr anschauliche Angaben über die Grössenverhältnisse der Insel, welche Herr Zirkel in seinem Vortrage giebt, mögen hier noch einmal Platz finden. Die Länge der Insel beträgt von Norden nach Süden 437 Kilometer, das ist so viel wie die Entfernung von Leipzig bis Freiburg i. Br. oder bis Kopenhagen, die grösste Breite ist 222 Kilometer und der Flächeninhalt rund 65700 □km, das ist annähernd die Grösse des Königreichs Bayern ausschliesslich der Pfalz. Die Zahl der Einwohner beträgt nach dem Census von 1891 etwa 3 008 500.

Das beigegebene Kärtchen soll nur zur Orientirung dienen, es ist, da Ceylon noch keine zuverlässige topographische Karte besitzt, auf Grund vorhandener englischer Karten, namentlich aber der vom Surveyor-General's Office in Colombo herausgegebenen Wegekarte gezeichnet. Die Schreibweise der Namen ist durchwegs jene, welche das Surveyor-Office anwendet. Es sei dies deshalb besonders erwähnt, weil in der Literatur vielfach Schreibweisen sich vorfinden, welche ein und denselben Namen in oft kaum wieder erkennbarer Weise bezeichnen oder direct ähnlich klingende, aber weit auseinander liegende Orte verwechseln. Beispiele anzuführen ist wohl unnöthig, man wird sie leicht selbst finden.

Für den Geologen gliedert sich die Insel von selbst in drei Theile, das flache Nordland, die niedrige Küste und das eigentliche, mineralführende Gebirgsland, welches etwas excentrisch im Süden gelegen etwa den fünften Theil der ganzen Insel einnimmt.

Der nördliche Theil, das eigentliche Flachland, bietet dem Mineralogen nur spärliche Ausbeute. An der Küste beobachtet man nur junge Fluthgebilde, meist nur wenige Fuss über den jetzigen Seespiegel hervorragend, bestehend aus Bänken von Meeressand mit Resten von Seethieren

und Madreporenkalk. Das Land ist flach, stellenweise sumpfig, gegen das Innere treten niedere, wellenförmige Hügel, vereinzelt stehende Kuppen und an zahlreichen Stellen Laterit oder wie er dortlands genannt wird »Cabok« auf. Das Land ist mit Ausnahme der Culturen und Salzsümpfe vielfach mit Dschungel bedeckt.

Beobachtungen über noch in historischer Zeit vorgekommene Veränderungen der Bodenoberfläche haben sich im Gedächtniss der Bevölkerung erhalten. Die Tradition weiss, wie Broddie mittheilt, zu berichten, dass zur Zeit der berühmten Königin Alliar Sahni der Golf von Kalpentyn im Norden noch abgeschlossen und nur durch einen Kanal mit dem Meere in Verbindung stand; ähnliche Erinnerungen knüpfen sich auch noch an andere Plätze.

Wie schon gesagt und wie nicht anders zu erwarten, bietet dieser nördliche Theil wenig mineralogische Abwechselung. Edelsteine werden in demselben kaum angetroffen, immerhin hat er doch einige Bedeutung. In diesem nördlichen Theile, speciell in den Districten von Chilaw und Puttalam, wird seit Alters her das Salz in grossen Mengen aus dem Meerwasser gewonnen, in der Weise, dass dasselbe in schmalen, seichten Kanälen der Verdunstung an der Sonne ausgesetzt wird. Die zahlreich vorhandenen seichten Buchten und Flüsse begünstigen dies ungemein.

Wie Broddie noch berichtet, soll sich bei Uppukulum, 15 Miles N.W. von Puttalam, nach Angabe der Eingeborenen eine sehr bittere Salzart, vielleicht Epsomit, finden. Zeitweilig wurde auch in einigen Höhlen dieser Districte Salpeter gewonnen, der sich allda aus dem in Menge angehäuften Fledermausguano gebildet hat. Leider wurden hierbei keinerlei Beobachtungen angestellt, ob sich nicht auch hier, wie in den Skiptonhöhlen bei Ballarat in Victoria, die seltenen Guanomineralien Newberyit, Hannaït und Struvit vorgefunden haben, was wohl sicher der Fall gewesen sein dürfte.

Eine grosse Wichtigkeit hatten auch, mindestens für die Eingeborenen, die hier vorkommenden Brauneisenerze, welche namentlich in der Umgegend von Chilaw von den Eingeborenen gewonnen und verarbeitet wurden. Es scheint, dass diese Brauneisenerze als concretionäre Bildungen im Cabok anzusprechen sind, wie sie sich noch vielfach auf der Insel vorfinden. Eine eingehende Besprechung solcher Lateriteisenconcretionen und ihrer Entstehung, die sich ebenso in Indien, Singapore, Bangka etc. finden, giebt Posewitz in Petermann's Mittheilungen 1887, **33**, 20.

Die Nordwestküste hat aber noch ein Naturproduct aufzuweisen, welches eine Quelle grosser Einnahmen für die Insel bildet, es ist die Perle. Die Bänke der Perlmuscheln, »Paars« genannt, ziehen sich längs der Küste von Negombo bis zur Insel Mannar hin, und sind nach Name und Lage in die Seekarten eingetragen. Sie unterstehen einem eigenen Inspector,

welcher dieselben jährlich besucht, um sich von dem Fortschreiten ihrer Entwickelung zu überzeugen. Die Entwickelung des Thieres, bis es gute Perlen liefert, braucht bekanntlich längere Zeit, etwa 5—7 Jahre, und ist von mancherlei zufälligen Einflüssen abhängig, so dass oft ganze Bänke verschwinden, ohne dass dieselben ausgewachsen sind. Daher kommt es auch, dass nur in längeren Zwischenräumen gefischt wird. Hat ein von der Inspection geleitetes Probefischen, welches gewöhnlich im October und darauf folgenden Februar stattfindet, das Vorhandensein genügend vieler, ausgewachsener Thiere ergeben und ist der Ertrag an, aus einer grösseren Anzahl Muscheln erhaltenen Perlen festgestellt, so erfolgt die amtliche Ausschreibung der Fischereicampagne. Es versammeln sich dann gegen Ende des Monats Februar, d. h. während der stillsten Zeit des Nordostmonsuns, an der sonst öden Küste eine nach mehreren Tausenden zählende Menschenmenge, dazu die leitenden Regierungsbeamten, Polizei, Taucher, Bootsleute etc., und es entsteht für kurze Zeit eine aus leichtem Material gebaute kleine Stadt. Da nur eine ganz bestimmte Anzahl von Booten und Tauchern (ohne Apparat) der Fischerei obliegen dürfen, so werden dieselben durch das Loos bestimmt, meist ein wichtiger und an Aufregungen aller Art reicher Tag.

Bootseigenthümer, Taucher, kurz die eigentlichen Perlfischer, erhalten für ihre Arbeit keine Ablohnung in baarem Gelde, sondern sie beziehen von dem täglich gefischten Muschelquantum einen bestimmten Antheil; derselbe betrug beispielsweise 1857 ein Viertel, ist aber selbstverständlich wechselnd.

Die Zahl der gefangenen Thiere ist eine ganz ungeheure, schwankt aber naturgemäss in weiten Grenzen und beeinflusst selbstverständlich auch den Preis. Zwischen Arippu und Kondachchi oder vielmehr zwischen dem Kala-Oya und Ariwi-Ar bilden die nach Millionen und aber Millionen zählenden Muschelreste einen förmlichen mehrere Fuss hohen, meilenweit sich hinziehenden Uferwall. Die erbeuteten Perlmuscheln werden alsdann per Tausend verkauft und schliesslich zur Gewinnung der Perlen der Fäulniss überlassen, gewaschen und ausgesiebt.

Besser als Worte werden einige Zahlen im Stande sein, dem Leser eine Vorstellung zu geben über die Grösse der hier in Betracht kommenden Verhältnisse. Herr G. Vane, welcher als Superintendent die Fischerei-Campagne von 1857—1860 leitete, theilt mit, dass im Jahre

1885 während der 20 Tage dauernden Fischzeit 6 Millionen Perlaustern erhalten wurden, welche um den Mittelwerth von £ 1.10 s. per Tausend abgesetzt wurden.

1857,	23 Tage,	32 Millionen,	£ 0. 6 s.	per Tausend,
1858	18 -	16 -	- 1.19 -	- -
1859	18 -	12 -	- 5. 5 -	- -
1860	14 -	3 -	-13.15 -	- -

Während der ganzen Campagne 1857—1860 wurden also zusammen in 73 Tagen 72 Millionen Perlaustern von den Tauchern erbeutet. Der Regierungsantheil betrug 54 Millionen Stück, welche für £ 140300 verkauft wurden und der Regierung eine Reineinnahme von £ 117453 verschafften. Der Antheil der Bootsleute und Taucher betrug 18 Millionen Muscheln und lieferte denselben eine Einnahme von über £ 53000.

Ist die Erbeutung der Perle schon an und für sich eine unsichere und harte Arbeit, so wird sie oft noch gefährdet durch ein plötzliches Auftreten schlimmer Krankheiten. So bereitete der Ausbruch der Cholera der Perlfischerei zu Salápatturai (bei Arippu) im Jahre 1858 ein frühzeitiges Ende. Perlen bedeuten Thränen, sagt der Volksglaube.

Damit wollen wir die nördliche Niederung verlassen und uns dem südlichen Theile, dem Gebirge, zuwenden. Der Hauptgebirgszug zeigt eine nordsüdliche Richtung und hat seine höchste Erhebung mit angeblich 2536 m in dem Pidurutalagala, südlich davon der Kirigalpotta, westlich von diesem der Adamspik mit 2244 m und andere mehr. Um diesen Gebirgszug lagert sich ein rundliches, stark zerklüftetes Gebirgsmassiv, in welchem Élie de Beaumont eine Aehnlichkeit mit den Ringgebirgen des Mondes sieht, das gegen Süden und Westen näher an die Küste tritt und steiler abfällt als gen Osten. Die Westküste ist doppelten Monsunregen ausgesetzt und hat demgemäss eine starke Regenhöhe (Westseite und Inneres bis zu 2500 mm, Ostseite bis zu 2000—2300 m) bei ziemlich hoher und gleichmässiger Temperatur und äusserst üppiger Vegetation, wie sie für die Inseln der tropischen Meere und die Küste von Travancore charakteristisch ist. Die waldreichen Ebenen des Ostens sind nur einmaligem Monsun ausgesetzt und deswegen trockener, Klima und Vegetation zeigen hier die grösste Aehnlichkeit mit jenem der Karnatik-Küste.

In diesem Contrast des Klimas bildet die Hauptgebirgskette die Wetterscheide. Nuwara-Eliya beispielsweise liegt während des Südwestmonsuns Tag für Tag, ja Woche für Woche unter dichtem Wolkenschleier, der alle Piks verhüllt und der in unaufhörlichen Regengüssen herniederstürzt; überschreitet man aber die Hauptkette in nur 2—3 Miles Distanz von Nuwara-Eliya, so sieht man vor sich die waldigen Ebenen und niederen Berge von Uva auftauchen, gebadet im blendendsten Sonnenschein, während oben am Gebirge Wolkenmassen heranwirbeln und sich auflösen in der trockenen Luft leewärts.

Der Gebirgsstock besteht aus krystallinischen Gesteinen, deren neuerdings erwiesene Uebereinstimmung mit jenen des gegenüberliegenden Festlandes erkennen lässt, dass die Insel als ein abgetrenntes Stück des ersteren aufzufassen ist. Ueber die Gesteine selbst sind in neuerer Zeit mehrfache Untersuchungen angestellt worden und hat besonders die Untersuchung der Granulite zu interessanten Ergebnissen geführt. Es möge daher nur auf

die Arbeiten von Lacroix, Walther, Melzi, Diersche und Weinschenk hingewiesen sein.

Auf diesen krystallinen Gesteinen lagert in weiter Verbreitung der Laterit oder Cabok, jenes eisenschüssige, lehmige, ziegelrothe Verwitterungsproduct, welches für die Tropen charakteristisch ist; er wird in ausgedehntem Maasse zu Bauzwecken verwendet.

Die Kalk- und Dolomitlager, welche den Silicatgesteinen eingelagert sind, sollen nach Dixon eine einigermassen parallele Richtung, im Allgemeinen NW. zu N., haben. Er unterscheidet fünf solche Dolomitlager.

Eines tritt zu Tage bei Balangoda in Sabaragamuwa, streicht NNW. und findet sich wieder bei Hunuwala. — Ein zweites streicht durch Dolosbage und Maskeliya in der Centralprovinz; als mit diesem in Zusammenhange stehend betrachtet er ein bei Bihul-oya auftretendes Bett. — Ein drittes Dolomitlager kommt am Great Western (Berg zwischen Dimbula und Nuwara-Eliya) auf der Great Western Estate zum Vorschein, setzt nach NNW., erscheint wieder bei Wattegoda und Medakumbara und hängt vielleicht noch weiter mit den Dolomitlagern von Gampola und Kurunegala zusammen. Ein Ausläufer hiervon, wie es scheint, findet sich in der Nähe des Rasthauses von Pussellawa. Das vierte Bett tritt zu Tage bei Wilson's Bungalow, Glen Devon, Dumbara und Matalé. Das fünfte liegt im Badulla-District.

Die Zusammensetzung dieser dolomitischen Kalke ist eine wechselnde, und nach Dixon wechselt der Magnesiacarbonatgehalt zwischen 1—40 %. Sie sind sehr reich an Mineraleinschlüssen und darnach auch von etwas wechselnder Farbe.

Der Dolomit von Wilson's Bungalow ist ziemlich dunkel und soll nach Dixon enthalten: Pyrit, Phlogopit, Chlorit, Epidot und Anderes. Ein Dolomit von Wariapola unweit Matalé enthält eine grosse Menge blauen Spinell und durchscheinende kieselhaltige Körner unbestimmter Natur, ein anderer von Balangoda von eigenthümlicher Farbe (»due to the metal chromium«) enthält schöne Glimmerkrystalle.

Lacroix beschreibt einen dolomitischen Kalk aus der Gegend östlich von Kandy, also wahrscheinlich aus einem der oben angeführten Lager stammend, welcher Apatit, Phlogopit, Spinell und Magnetkies führt. Ein aus der Umgegend von Kurunegala stammender führt Oligoklas, Titanit, Pyrit und Quarz, andere wieder Hornblende, Wernerit, Titanit und Zoisit.

Diersche untersuchte einen feinkörnigen Kalkstein, vom Queens palace zu Anuradhapura in der Nord-Centralprovinz stammend, welcher Phlogopit, Olivin und grosse Körner von Rutil führt. Die Mineralführung ist also nach diesen Beispielen eine ungemein reichhaltige und wechselnde.

Nach Lacroix besteht der Kalk von Kandy selbst aus magnesiumhaltigen Calciumcarbonat und Dolomit, ersterer oft ganz vorherrschend. Der

von kalter Salzsäure gelöste Antheil besteht aus 91,10 % $CaCO_3$ und 8,89 % $MgCO_3$, während die nicht gelösten Körner reinen Dolomit darstellen von der Dichte 2,89 und dem Rhomboëderwinkel 73° 42′. Der Dolomit bildet unregelmässig begrenzte, vorzüglich spaltende Platten mit Zwillingsbildung nach $-2R$, was beim Calcit weniger häufig der Fall sei, überdies komme diesem grössere Klarheit zu.

Diersche findet die Calcitkörner grösser und nach $-\frac{1}{2}R$ verzwillingt, während der Dolomit gegenüber dem Calcit zurücktritt, und kleinere, trübere Gebilde darstellt, welchen Spaltbarkeit und Zwillingsbildung mangelt.

Im Museum zu Colombo befinden sich körnige Kalke mit eingesprengtem, gelblichbraunem Phlogopit, blauem Spinell, rothem Spinell und einem pistaziengrünen Silicat von Maskeliya, andere ohne Fundort mit Graphit und gelblichgrünen Silicatkörnern, Originale des Herrn Dixon.

Beim Dorfe Wattegama an der Eisenbahnlinie von Kandy nach Matalé gelegen, fand ich unmittelbar an der Kreuzung der Strasse mit der Eisenbahn einen solchen grobspäthigen Marmor anstehend, der nur einige weissliche und grüne Silicateinschlüsse enthielt. Die Eingeborenen beuteten denselben zur Zeit zwecks Kalkgewinnung aus. Nach weiterem Nachsuchen fand ich etwa 120 Schritte davon entfernt, an der Eisenbahn in der Richtung nach Matalé eine Stelle, wo in Folge des Monsunregens eine Wand des Bahneinschnittes abgewaschen worden war und wo sich ein äusserst grobspäthiger Marmor mit zahlreichen Einschlüssen vorfand; seine Beziehungen zum Nebengesteine waren nicht zu erkennen in Folge des überall aufgeschwemmten Laterits. Von diesem Vorkommen habe ich eine grössere Quantität mitgebracht; sie bildeten das Material zu einer eingehenden chemischen Untersuchung, welche Herr Ch. Schiffer im Laboratorium des Herrn Prof. Muthmann ausgeführt hat; seine Resultate sind im Nachstehenden verwerthet.

Dieser Marmor ist von allen oben angegebenen verschieden. Er ist, wie schon erwähnt, so grobspäthig, dass die mittlere Korngrösse 1 cm beträgt, aber auch Spaltungsrhomboëder von 2 cm und darüber zu bemerken sind. Er ist von gleichmässiger Flächenbeschaffenheit, ganz vorzüglich hervortretender Spaltbarkeit und zeigt vielfach eine sehr feine Zwillingslamellirung, aber niemals nach $\{01\bar{1}2\}$, sondern stets nach dem für den Dolomit charakteristischen $\{02\bar{2}1\}$. Auf zahlreichen Spaltungsflächen wurde dies festgestellt. Stets geht die Lamellirung auf zwei Flächen parallel der kurzen Diagonale, auf der dritten parallel der längeren. Von diesem Gesteine wurden zahlreiche Analysen gemacht und es ergab sich stets als ein ganz reiner Normaldolomit mit keinerlei Beimengung von Kalk.

Sorgfältig ausgewählte, klare Rhomboëder ohne jeden Einschluss ergaben:

				Theor. Norm.-Dolomit:
CaO	30,37	30,34	30,63	30,44
MgO	21,89	22,05	21,67	21,74
CO_2	47,68	47,89	47,58	47,82
	99,94	100,28	99,88	100,00

Aber nicht nur das ausgesucht reine Material, sondern auch das rohe Material erwies sich als reiner Normaldolomit, was durch eine Unmenge von Analysen, welche seither im Laboratorium zur Ausführung gelangten, erwiesen wurde. Herr Schiffer giebt eine Reihe solcher, welche aber hier nicht weiter angeführt werden sollen.

Auch die übrigen Eigenschaften bestätigen das Resultat durchaus. Der Winkel des Spaltungsrhomboëders ist im Mittel 73° 43′, der Winkel des Dolomit beträgt nach Miller 73° 45′, für Calcit 74° 55′; das specifische Gewicht beträgt 2,896 entsprechend dem Werthe 2,918 für Dolomit (für Calcit 2,706).

In diesem Dolomit nun finden sich eine Anzahl Mineralien eingesprengt, unter denen namentlich ein schöner Apatit auffällt, des weiteren finden sich ganz licht bräunlich gefärbter Phlogopit, Hydrophlogopit, weisser und blass grünlich gefärbter Serpentin, Pyrit, Magnetkies und Spinell.

Da die Eingangs erwähnten Forscher eine Feststellung der chemischen Zusammensetzung dieser den Kalken eingelagerten Mineralien wahrscheinlich aus Mangel an Material unterlassen haben, so hat Herr Schiffer dieses unternommen, um so mehr, als das schöne Material in so reichlicher Menge zur Verfügung stand, dass an eine erfolgreiche chemische Bearbeitung gedacht werden konnte. Diejenigen Theile der Schiffer'schen Untersuchung, welche sich auf die vorbereitenden Arbeiten und den Gang der Analysen beziehen, sollen hier übergangen und nur dessen Resultate angegeben werden.

Der Apatit ist in sehr zahlreichen Einsprenglingen vorhanden, von schön himmelblauer Farbe und in seinen optischen Eigenschaften mit Apatit übereinstimmend. Er bildet gerundete, meist prismatisch verlängerte Krystalle, welche keine geschlossene Krystallform erkennen lassen, wohl aber einzelne Krystallfacetten zeigen, welche nicht weiter entziffert wurden.

Die Analysen, bei welchen ganz besonders auf Chlor, Fluor und Wasser Rücksicht genommen wurde, zeigen, dass das Mineral zu den Fluorapatiten gehört, die eine geringe Menge Chlor enthalten, und zwar stehen die Mengen der Halogene ungefähr im Verhältniss 17 : 3. Dem reinen Fluorapatit sind also 15 % Chlorapatit isomorph beigemischt. Die berechnete Formel ist $(PO_4)_3(Fl.Cl)Ca_5$. Wasser war nicht vorhanden.

	I.	II.	Mittelwerth auf 100 ber.:
P_2O_5	40,18	40,20	40,38
CaO	54,51	54,36	54,63
FeO	1,21	1,11	1,16
MgO	1,27	1,12	1,20
Cl	1,09	1,03	1,06
F	3,24	3,08	3,19
	101,55	100,90	
O — Ueberschuss	1,51	1,57	
	99,98	99,33	

Der Phlogopit, welcher durch seine perlmutterglänzenden Spaltflächen auffällt, bildet theils längliche spitzpyramidale oder von der Basis begrenzte matte Krystalle, theils rundliche, aber völlig einheitliche Körner. Seine Farbe ist ein sehr lichtes Braungelb, in dünneren Krystallen sogar so schwach, dass sie fast farblos erscheinen. Es gelingt sehr leicht, Plättchen mit völlig hexagonal begrenztem Umrisse heraus zu präpariren, und an solchen bestimmte Herr Dr. Melczer durch die Schlagfigur, dass der Glimmer zu jenen zweiter Art gehört. Der optische Charakter ist negativ und die Dispersion $\varrho > v$. Mit dem Axenwinkelapparate gemessen ergab sich:

$$2E_{Na} = 14^0 23'.$$

Die Analysen ergaben:

	I.	II.
SiO_2	39,56	39,86
MgO	28,74	28,32
Al_2O_3	15,38	15,59
Na_2O	9,13	8,85
H_2O	5,58	5,59
	98,39	98,21

Kali liess sich nicht bestimmen, nach der Flammenfärbung scheint eine Spur vorhanden zu sein, Fluor liess sich nicht nachweisen, ebenso kein Eisen.

Der Hydrophlogopit. Dieses Mineral begleitet das vorige sehr häufig, ist oft mit ihm verwachsen oder durch Uebergänge mit ihm verbunden. Es bildet kugelige oder wurmförmig gekrümmte Gestalten, deren Farbe im Allgemeinen heller als die des vorigen Glimmers ist, die Spaltungsblättchen sind jedoch undurchsichtig und von perlmutterähnlichem Schimmer oder von schneeweissem Glanze. Theilweise sind die Blättchen recht brüchig. Die Analysen zeigen gegenüber dem vorigen Materiale einen geringeren Thonerde- und Alkaligehalt und einen höheren Wassergehalt. Es ist also ein wasserreicheres Zersetzungsproduct des Phlogopits, das sich jedoch von den Vermiculiten durch seinen starken Alkaligehalt wie auch durch

die Eigenschaft unterscheidet, das Wasser in der Hitze ohne die für jene Mineralien typische Formänderung abzugeben.

SiO_2	40,13
MgO	23,78
Al_2O_3	14,24
Na_2O	7,69
H_2O	13,49
	99,33

Fluor liess sich auch hier nicht und Kali nur in Spuren nachweisen.

Der grüne Serpentin. Ebenso häufig, wie die bisher genannten Mineralien ist ein in ganz unregelmässigen, gerundeten Massen oder in kleinen Kügelchen eingewachsenes Mineral von licht grünlicher Farbe, in kleineren Kügelchen fast farblos und von amorphem Aussehen. Betrachtet man eine glatte Spaltungsfläche des Dolomits, so findet man in demselben überall die kleinen Kügelchen dieses Minerals eingelagert. Wie die Analysen ergaben, ist dieses Mineral ein eisenfreier Serpentin, und es scheint die Annahme gerechtfertigt, dass dieser Serpentin ein Umwandlungsproduct repräsentirt und dass das ursprüngliche Mineral wohl Forsterit gewesen sein dürfte, das reine Magnesiumsilicat SiO_4Mg_2 der Olivinreihe, deren Mineralien ja bekanntlich in weitverbreitetem Maasse das Material zur Bildung der Serpentinmineralien geliefert haben.

	I.	II.	Im Mittel auf 100 ber.:
SiO_2	39,27	39,31	39,25
Al_2O_3	1,88	1,68	1,78
MgO	39,21	38,37	39,00
CaO	1,68	1,96	1,84
H_2O	18,21	18,09	18,13
	100,25	99,91	100,00

Zusammensetzung: $Si_2O_{10}R_3''H_6$.

Der weisse Serpentin bildet eine ganz schneeweisse, anscheinend amorphe Masse, welche in unregelmässig geformten Brocken den Dolomit durchsetzt, und die beim ersten Anblick als ein kaolinartiges Zersetzungsproduct erscheint. Die Analyse ergab indessen auch hier, dass ein ganz eisenfreier, etwas thonerdehaltiger Serpentin vorliegt.

	I.	II.	Im Mittel auf 100 ber.:
SiO_2	39,37	39,94	39,88
Al_2O_3	3,22	3,14	3,18
CaO	1,75	1,74	1,75
MgO	38,70	38,50	38,64
H_2O	16,53	16,53	16,55
	99,93	99,85	100,00

Zusammensetzung: $Si_2R_3''H_6O_{10}$.

Der Pyrit erscheint im Inneren des Gesteines frisch in unregelmässigen Körnern, in den Theilen, welche den Sickerwässern ausgesetzt waren, meist gänzlich in Limonit umgewandelt. Auch Krystalle finden sich theils glänzend, theils angelaufen. Der Habitus ist der bekannte ikosaëderähnliche, bedingt durch Ausbildung von {111} und {210} im Gleichgewicht. Die Analyse ergab normalen reinen Eisenkies FeS_2 ohne Beimengung.

Spinell findet sich spärlich in kleinen blassvioletten Oktaëdern, etwas häufiger Magnetkies in derben Partien, vereinzelt auch in kurzprismatischen Krystallen. Ein schwarzes Mineral in kleinen Blättchen, das vereinzelt auftrat, konnte nicht in genügender Menge erhalten werden, um es bestimmen zu können.

Die Gebirge Ceylons haben eine Reihe von Mineralien geliefert, über welche nach und nach kleinere Notizen erfolgt sind. Es muss jedoch gleich bemerkt werden, dass in den hierauf bezüglichen mineralogischen Angaben, soweit es die asiatischen Publicationen betrifft, vielfach eine grosse Unklarheit herrscht, so dass man des Oefteren in der Lage ist, aus den gegebenen Beschreibungen nicht zu erkennen, welches Mineral der betreffende Autor unter Händen hatte. Hierzu gesellt sich noch eine weitere Schwierigkeit, welche auch heute noch besteht, nämlich die, genaue und wirklich verlässliche Fundortsangaben zu erhalten. In der abendländischen Literatur hat die Eingangs erwähnte Unsicherheit in der Schreibweise und dadurch herbeigeführte Verwechselungen zu Unklarheiten Anlass gegeben.

Unter den Mineralien ist bekanntermassen das wichtigste der Graphit, der nicht allein eine Quelle reicher Einnahmen für die Insel bildet, sondern auch durch die Grossartigkeit seines Vorkommens, wie kein zweites anderes, geeignet ist, Licht in die Entstehungsverhältnisse dieses vielseitig noch räthselhaften Minerales zu bringen. Das Material, welches ich zu sammeln Gelegenheit hatte, ist ausführlichst von Herrn E. Weinschenk im Anschluss an seine früheren Arbeiten über die Graphite anderer Lagerstätten beschrieben worden und kann ich daher bezüglich der Details auf dessen Arbeit verweisen.

In ausführlicher Weise hat Herr A. M. Ferguson das Material über den Graphit und dessen Bedeutung für den Handel Ceylons zusammengetragen. Ihm entnehmen wir auch nachstehende kurze historische Bemerkungen:

Nach Angaben von Bennet soll Ptolemäus bereits den Graphit unter den Naturproducten Ceylons erwähnen, seine Angabe wird aber von anderen Autoren übergangen. Die erste sichere Erwähnung des Graphits findet sich alsdann bei Rob. Knox, welcher um das Jahr 1681 schrieb. Valentin producirt einen Brief aus noch etwas früherer Zeit, 1675, in welchem der

holländische Gouverneur Rykloff van Goens seinen Nachfolger, Gouverneur Jan Maatsuyker, auf das Mineral aufmerksam macht: ». . . über die übrigen Mineralien, welche in den Bergen gefunden werden, ist wegen mangelnder Information wenig zu sagen; doch Wir selbst haben sowohl Graphit (Potloot, black lead) wie gewöhnliches Blei (common lead) gefunden, woraus die Metallurgisten folgern, dass daselbst auch Quecksilber zu treffen sein müsse, von welchem das Potloot ein Product sei. Es ist ebenso anzunehmen, dass im Flachland, wo Potloot gefunden wird, Minen entdeckt werden, so dass es nöthig erscheint, dies auch weiterhin zu untersuchen unter Rücksichtnahme auf das Quecksilber, da dies das Blut der Mineralien und ein Zeichen von reicheren Mineralien sei.«

Später (1777) gab, wie ein Officier der »Ceylon Rifles« bekannt giebt, der Skandinavier Thunberg Nachricht von diesem Minerale, und ein Herr Ive, welcher um das Jahr 1755 schrieb, bezeugt, dass er Graphit- und Kupfererze in Ceylon angetroffen habe. Nach den Forschungen des Herrn W. P. Ranesinghe geht die Tradition, dass der letzte König von Kandy Graphit an Kauffahrteifahrer geliefert habe, ja es lässt sich noch verfolgen, dass ein Theil dieses Graphits aus einer Mine im Gebiete von Molligoda Dissawa (zwischen Kandy und Kurunegala) gewonnen wurde. J. Cordiner berichtet zu Anfang des letzten Jahrhunderts, dass Graphit gefunden wird mit Glimmer am Fusse der Berge in Thon und rother Erde. Davy erwähnt (1812—1820) Graphit als ein Mineral, welches mit der Zeit wohl ein Exportartikel werden dürfte, er bezweifelt dabei richtiger Weise das Vorkommen von Quecksilber, Kupfer und Zinn auf der Insel, irriger Weise aber auch das von Gold.

Bertolacci, der 1816 ein Werk über den Handel Ceylons herausgab und hierin jeden nur einigermassen bedeutenden Artikel behandelt, erwähnt den Graphit als Exportartikel noch nicht. Der Export beginnt erst allmählich zwischen den Jahren 1820—30, und im Jahre 1831 erscheint er erstmals in den Listen abgabepflichtiger Exportartikel; wirkliche Bedeutung erlangt er aber erst seit dem Jahre 1834 und hat seit diesem Jahre unter mancherlei Schwankungen eine steigende Wichtigkeit erlangt. Ausführliche statistische Angaben findet man hierüber bei Ferguson.

Die chemische Kenntniss dieses Minerals beginnt eigentlich erst mit Scheele 1779, der ihn vom Molybdänglanz unterschied und zeigte, dass er ein brennbarer Körper sei und mit Salpeter gebrannt sich in Kohlensäure verwandle; vorher hatte sich schon Pott 1737 mit ihm beschäftigt. Haüy hielt ihn bekanntlich anfangs für gekohltes Eisen, eine Ansicht, welche sich sehr lange hielt und erst durch Karsten und nach ihm von Sefström widerlegt wurde. Im Jahre 1832 untersuchte J. Prinsep im Probieramte zu Calcutta den Ceyloner Graphit und fand es noch nöthig zu schreiben: »So scheint sich Karsten's Ansicht zu bestätigen, dass »Graphit

nur eine Modification des Kohlenstoffes mit zufälligen Verunreinigungen durch Eisen und Erden sei«. Seit dieser Zeit sind eine grosse Anzahl Untersuchungen nachgefolgt, doch haben sie noch keine weitere Klärung über dieses merkwürdige Mineral, das dem Chemiker die allergrössten Schwierigkeiten entgegensetzt, gebracht. — Richtige Vorstellungen über die Bildung dieses Minerals haben sich erst in noch späterer Zeit entwickelt und sollen weiter unten angeführt werden.

Der Graphit ist auf der Insel ausserordentlich reich verbreitet, der Hauptsache nach aber nur im Westen und Südwesten, namentlich in den Randzonen des rundlichen Gebirgsstockes aufgeschlossen. Zahlreiche Schürfe, sowie kleinere und grössere Gruben, darunter natürlicherweise auch sehr viele schon wieder verlassene, ziehen sich von den nördlichsten Ausläufern des Gebirges, etwa dem 4031 engl. Fuss hohen Ambokka nördlich von Matalé an der Grenze der Central- und N.-Westernprovinz, bis hinab nach Warapitiya im Giruwa-Pattu, District Hambantota der South-Provinz. Auch in der Centralprovinz ist Graphit erschürft worden, von Matalé bis zu den Höhen von Nuwara-Eliya.

Die Zahl dieser Pits, Gruben und Schürfe anzugeben ist nicht gut möglich. Ferguson nimmt deren 400 an, während die «Ceylon Sessional Papers of 1873«, allerdings unter Einrechnung der Schürfe und wohl auch verlassener Betriebe, deren Zahl mit 1779 angiebt.

Der Bergbau ist in allen diesen Gruben mit wenigen Ausnahmen ein äusserst einfacher. Meist sind es Tagebaue, welche allerdings bis zu sehr bedeutenden Tiefen — über 100 m — hinabgehen, und welche nur mit den allereinfachsten Maschinen arbeiten. Dampfmaschinen sind nur in ganz wenigen Pits in Gebrauch. Diesen Tagebauen bereiten ganz besondere Schwierigkeiten die Bewältigung der einfliessenden Wässer, welch' letztere oft, namentlich bei heftigem Monsunregen, den ganzen Betrieb zum Stillstande bringen.

In anderen Fällen wird mit einem meist senkrechten Schachte zur Tiefe gegangen und von diesem aus der Graphit abgebaut. Solche Anlagen erreichen meist nur geringere Tiefen, da die Luftverhältnisse nicht mehr erträglich werden, zufliessendes Wasser veranlasst auch hier manche Störung im Betriebe.

Schon Walther und nach ihm Zirkel haben festgestellt, dass der Graphit auf Ceylon in Gängen auftritt, auch Herr Diersche, welcher das von Zirkel mitgebrachte Material bearbeitet hat, schliesst sich dem an, zunächst allerdings nur für die beiden Vorkommen von Ragedara und vom Kalu-Ganga, offenbar weil Sandberger noch von »ziemlich mächtigen Lagern im Gneiss« spricht. Ich kann nur bemerken, dass sämmtlicher Graphit, soweit er auf Ceylon abgebaut wird, nur in typischen Gängen auftritt und zwar meist in solcher Schönheit und Regelmässigkeit

der Ausbildung, dass man kaum ein besseres Beispiel für einen Gang finden kann.

Herr Weinschenk hat durch eingehende Untersuchung des von mir mitgebrachten Materials alles dies nur vollauf bestätigen können.

Die Structur dieser Gänge ist, besonders wenn sie keine weitgehendere Störungen erlitten haben, auf der ganzen Insel überall eine sehr charakteristische stengelig-faserige bis grobstengelig-blätterige. Ueberall stehen in bemerkenswerther Weise die Stengel und Fasern parallel zu einander und senkrecht auf den Salbändern. Sie schiessen von beiden Seiten aus auf dem Nebengesteine an und erreichen je nach der Gangbreite eine Länge bis zu 20 und mehr Centimeter; hierbei füllen sie entweder die ganze Gangbreite aus und berühren sich in der Mitte, oder es legt sich zwischen dieselben noch eine Schicht Graphit meist von anderer Beschaffenheit, wodurch die bilateral symmetrische Structur des Ganges in besonderer Schönheit hervortritt. Fremde Einschlüsse, welche der Graphit vielfach beherbergt, sind ebenfalls ringsum von radial gestellten Graphitfasern umwachsen, so dass vollständige Cocardenerze entstehen. Herr Weinschenk hat solche Stücke abgebildet. Diese symmetrische Structur mit allen Details zeigen selbst die kleinsten Gangtrümchen, welche das Nebengestein durchziehen. Die Gangstructur ist eine so ausgesprochene, wie man sie kaum an irgend einem typischen Erzgange besser kennt.

Sehr wechselreich und interessant sind die zahlreich anzutreffenden mechanischen Veränderungen, welche die so struirten Graphitgänge durch Gebirgsbewegungen, welche nach der Bildung der Gänge auftraten, erfahren haben. Das weiche, biegsame Mineral hat ihre Spuren in einer Schönheit bewahrt, wie man dies selten findet, die ganze mechanische Kraft wurde in den Graphitgängen selbst gebrochen und hat in dem Nebengesteine keine nennenswerthe Spur hinterlassen. Die Veränderungen der Graphitstengel lassen sich durch alle Grade hindurch verfolgen, sie biegen um, werden in die Länge gezogen, um schliesslich in die feinsten Fasern parallel mit der Richtung des Ganges ausgezerrt zu werden. Tritt dazu noch eine entgegenwirkende Stauchung, so erhalten diese Fasern noch eine feine Fältelung, wodurch wieder eine täuschend holzähnliche Structur hervorgebracht wird, welche nur zu leicht zu dem Gedanken an organische Reste hinüberleitet. Je nachdem diese Verschiebungen der Graphitgänge nur an einem oder an beiden Salbändern oder aber in der Gangmitte stattgefunden haben, hat man ein wechselndes Bild vor sich. Hatte die Verschiebung an beiden Salbändern statt, so kann man beobachten, wie die Verbiegung des Graphits auf beiden Seiten des Ganges in entgegengesetzter Richtung vor sich ging. Sind die Pressungen noch stärker, so geht überhaupt die ganze faserige Structur verloren und der Graphit wird in eine dichte, äusserst feinschuppige Masse umgewandelt, welche auf der Insel als minderwerthig angesehen

wird, welche aber alle Eigenschaften eines guten Bleistiftgraphits besitzt und als solcher auch Verwendung findet.

Der Graphit selbst zeigt auffallende Verschiedenheiten. Meist ist er von tiefschwarzer Farbe und metallischem Glanze, doch kommen nebeneinander blätterige Graphite vor, von denen der eine tiefschwarz, der andere von auffallend blauem Farbentone ist, so etwa, wie recht grosskrystallisirter Molybdänglanz, mit welchem man ihn verwechseln könnte. Manchmal bilden die blauen Partien grosse, einheitliche Spaltungsblätter, so dass sie einem einzigen Krystalle angehören müssen. Ob hier ein Wesensunterschied vorliegt und worin derselbe besteht, ist zur Zeit noch nicht klar, dies können jedenfalls nur sehr genaue Versuche ergeben, und Herr Staudenmaier, welcher sich schon seit längerer Zeit sehr eingehend vom chemischen Standpunkte aus mit dem Graphit beschäftigt, will einige Anzeichen für ein verschiedenes Verhalten bemerkt haben, doch sind die Beobachtungen noch nicht genügend, um etwas Definitives behaupten zu können. Die Exemplare dieses Graphits, welche ich zu sammeln Gelegenheit hatte, stammen aus der Grube von Humbuluwa im Pasdun Koralé. In dem oben erwähnten, oft vorhandenen mittleren Bande der Gänge trifft man manchmal auch einen schwarzen, dünnblätterigen Graphit ganz lose liegend an, ähnlich dem in den Alpen oft anzutreffenden ganz lose die Hohlräume erfüllenden Chlorit.

Das Gestein, in dem diese Graphitgänge aufsetzen, ist typischer massiger Granulit. Herr Weinschenk, der das mitgebrachte Material petrographisch bearbeitet hat, sagt darüber, indem er dasselbe mit den Gesteinen des so wechselvoll zusammengesetzten sächsischen Granulitgebietes vergleicht:

»Auch unter dem mir vorliegenden Gesteinsmaterial sind die verschiedensten Mineralcombinationen vertreten, welche aber, wie das stets als bezeichnend für den Granulit hervorgehoben wurde, nicht etwa als scharf getrennte Gruppen einander gegenüberstehen, sondern vielmehr durch alle möglichen Uebergänge verbunden sind. Und dass diese Modificationen auch auf Ceylon räumlich sich verhältnissmässig nahe aneinander schliessen, das beweist, dass unter den aus den Graphitgruben von Ragedara herstammenden Gesteinen die verschiedensten Typen vorhanden sind, während anderntheils wieder Gesteine aus den am weitesten davon entfernten Gruben von Humbuluwa mit einzelnen dieser Gesteine auf das Vollkommenste übereinstimmen und von denselben nicht unterschieden werden können. Die Gesteine, innerhalb deren die Graphitgänge auftreten, erinnern also nicht nur in der mineralogischen Zusammensetzung einzelner Vorkommnisse an die Granulite Sachsens, sondern haben mit denselben auch alle Eigenthümlichkeiten in Bezug auf Variabilität der Zusammensetzung gemeinsam.« Aber so gross auch die Aehnlichkeit in dieser Beziehung ist, so wenig Aehnlich-

keit haben sie in ihrem äusseren Habitus oder gar in ihrer mikroskopischen Structur mit den der Hauptsache nach dichten Gesteinen Sachsens.

Die Gesteine von Ceylon lassen (zum Unterschiede von den sächsischen) »schon makroskopisch ihre hauptsächlichsten Gemengtheile klar erkennen. Die glänzenden Spaltflächen des stets völlig frischen, oft eigenthümlich schimmernden Feldspaths liegen neben grösseren, manchmal langgezogenen Quarzpartien von fettartigem Glanze, und der Granat ist in grösseren oder kleineren Körnern von rother Farbe bald unregelmässig zwischen diesen Gemengtheilen vertheilt, bald mehr in einzelne Lagen zusammengedrängt. Mit dem Wechsel der Zusammensetzung ändert sich diese Beschaffenheit der Gesteine nur wenig, nur dass die in ihren an Feldspath und Quarz reichen Formen, weissen bis röthlichweissen Gesteine (Weisssteine) mit der Aufnahme der basischen Mineralien mehr und mehr dunkel werden und schliesslich in schwärzlichgrüne, ölglänzende Bildungen übergehen, in welchen dann der Granat, ebenso wie in den entsprechenden Trappgranuliten Sachsens, ziemlich selten ist.«

»Weitaus die meisten der mir vorliegenden Gesteine aus den Graphitlagerstätten Ceylons zeigen kaum eine Andeutung einer Parallelstructur, und selbst diejenigen, in welchen eine solche deutlicher ausgesprochen ist, lassen durchaus keine plattige, oder gar schieferige Zusammensetzung erkennen, sondern brechen quer zu den Lagen des Gesteines ebenso leicht, als parallel zu denselben. Dabei sind sie ungewöhnlich frisch und compact in ihrer ganzen Beschaffenheit, so dass man bei der Betrachtung der einzelnen Handstücke den Eindruck bekommt, dass es sich um ein intrusives Gestein handelt, das seine ursprünglichen Eigenschaften unverändert erhalten hat.«

»Auch die mikroskopische Untersuchung der Gesteine Ceylons lässt mit grosser Deutlichkeit die vollkommene Erhaltung der ursprünglichen Structur erkennen; in den ungewöhnlich frischen Gesteinen beobachten wir keines der verbreiteten mechanischen Phänomene, welche durch die Zerbrechung und Verbiegung der einzelnen Gesteinselemente oft so deutlich hervortreten, und nur in der nächsten Umgebung der Graphitgänge treten neben den chemischen Veränderungen der Gesteine auch die Anzeichen einer Zertrümmerung des Gefüges deutlicher hervor.«

Weiteres über die Gesteine sehe man in der ausführlichen Abhandlung Weinschenk's nach.

Die mächtigsten Gruben, welche ungeheuere Mengen des feinsten Graphits geliefert haben und noch liefern, liegen bei dem Flecken Ragedara am Westgehänge der nördlichsten Gebirgsausläufer, im Districte Kurunegala der Nordwestprovinz. Die Angabe Walther's: »Die wichtige Grube in Kurunegala gehört De Mel und liegt am Fusse des Polgollahügels, welcher fast ganz aus Graphit bestehen soll«, macht Herrn Diersche etwas irre und er meint, es läge von Seiten Walther's wohl eine Verwechselung mit

dem »schwarzen Felsen« von Kurunegala vor und unter den Gruben seien diejenigen von Ragedara zu verstehen. Herr Walther hat indessen ganz richtig nach Ferguson citirt, welcher angiebt, dass die Grube gelegen sei »near the base of a hill, Polgolla, which seems to be largely composed of fine quality plumbago«. Er meint damit selbstverständlich die Gruben von Ragedara, was ohne weiteres aus einer anderen Stelle hervorgeht, wo er die genaue Lage der Pits nach dem ihm vom Gouvernementagent gewordenen Mittheilungen angiebt und welche ich, um diesen Zweifel zu beheben, beisetze. Er sagt: Die Pits liegen etwa 16 Meilen nordöstlich von Kurunegala an der Strasse gegen Dambulla, der Weg führt am Rasthause Gokarella vorüber nach dem Dorfe Wetakeyyápota, wo der Weg zur Rechten nach dem Oertchen Ragedara abbiegt.

Im Districte von Kegalla, Provinz Sabaragamuwa, sind ferner ebenfalls gute und zahlreiche Gruben. Von zweien derselben habe ich reichliches Material mitgebracht. Es sind dies die Grube Ampe und Pushena, einige Meilen von dem Rasthause Ruwanwella. Das letztere erreicht man am zweckmässigsten, wenn man bis zur Eisenbahnstation Veyangode fährt und von dort eine Fahrgelegenheit bis zum Rasthause benutzt. Die erstere Grube, ebenfalls Herrn De Mel gehörig, war erst neu angelegt und ein bereits etwa 18 Faden tiefer Schacht abgeteuft; hier fiel mir ganz besonders eine im Granulit aufsetzende pegmatitische Bildung auf, welche mit dem Nebengesteine ganz innig verwachsen erscheint. In demselben liegen grosse Biotittafeln von regelmässiger und scharfer Umgrenzung, an anderen Stellen aber auch grosse und ziemlich gut begrenzte Graphittafeln, der Graphitgang selbst war an einem Einschnitte im Cabok blossgelegt, im Schachte selbst war sehr viel Wasser eingedrungen. Der Pushena-Pit, beim Dorfe Aramùdùwala gelegen, hatte bereits 40 Faden Tiefe erreicht und arbeitete mit Dampfmaschinen, die tägliche Graphitproduction betrug 2—3 Tonnen. Auf diesem Gange waren besonders schön die durch den Gebirgsdruck hervorgebrachten Auswalzungen der Graphitstengel aller Art zu beobachten.

Weiter südlich sind Graphitgänge erschlossen und betrieben worden bei Awisawella, einem an der Strasse von Colombo nach Ratnapura gelegenen Orte, und in der Umgegend des letztgenannten Ortes. In der Western-Provinz an vielen Stellen des Hewagam-Koralé, Raygam-Koralé, besonders im Gebiete des Kalu-Ganga, welcher sich bei Kaltura in das Meer ergiesst; an demselben an der Grenze der beiden Provinzen liegt Nampapana, welches Walther besuchte. Einen sehr berühmten Graphit von grosser Reinheit liefert das Pasdun-Koralé, das ist der Bezirk zwischen dem Kalu-Ganga und Bentola-Ganga. In diesem Gebiete habe ich eine in gutem Betriebe stehende Grube bei Humbulwa besucht. Von Alutgama, der Eisenbahnstation an der Küstenlinie, über

das gegenüberliegende Bentota, geht der Weg nach dem 6 Meilen entfernten Rasthause von Munuwalwatte und von hier noch etwa 9 Meilen nach dem in tiefster Einsamkeit gelegenen kleinen Rasthause Moragalla, in dessen unmittelbarer Nähe die Gruben von Humbulwa gelegen sind. Die Gänge zeigen zahlreiche Verwerfungen, Faltungen und der Graphit in Folge dessen wieder die erwähnten Deformationen. Die Gruben hatten sehr viel Wasser, welches mit Eimern herausgeschafft werden musste, da die zwei hierfür bestimmten Dampfmaschinen total verrostet im Busche standen.

In der Südprovinz im Districte von Point de Galle sind eine Anzahl Gänge aufgeschlossen und im Abbau einige Meilen von den Stationen Dodanduwa, Ratgama und Gintota am Gin-Ganga.

Im Districte Mátara ist namentlich das gebirgige Morawak-Koralé graphitreich; von da, und zwar aus der Grube von Napé, erhielt ich durch Herrn de Silva ein prachtvolles Gangstück von tiefschwarzem, sehr grobstengeligem Graphit von vorzüglicher Reinheit. Im benachbarten Hambantota-District ist es namentlich das an Morawak-Koralé angrenzende Giruwa-Pattuwa, in dessen Bezirke sich ebenfalls reichlich Graphitgänge einstellen, so bei Warapitiya und Kirama, ebenso in dem davon nördlich gelegenen Kolonná-Koralé, zur Provinz Sabaragamuwa gehörig, wo ein Gang bei Vegiriya während vier Jahren mit Erfolg abgebaut wurde.

Aus diesen wenigen Angaben ist zu ersehen, wie ungemein zahlreich diese Contractionsspalten, erfüllt mit dem besten Graphit, rings um den Gebirgsstock herum angehäuft sind.

Lässt schon die typische Gangstructur keinen Zweifel über die Art des Auftretens, so kommt man nach Berücksichtigung aller Verhältnisse, besonders der mit der Graphitbildung Hand in Hand gegangenen Gesteinsumwandlungen, wie sie von Weinschenk eingehend dargelegt wurden, zu dem Schlusse, dass dieses Mineral nur unter dem Einflusse vulkanischer Thätigkeit entstanden sein kann. Welcher Art diese Processe waren, ist zur Zeit natürlich noch nicht klar, doch gehen alle hierüber geäusserten Ansichten dahin, dass der Graphit auf Ceylon aus kohlenstoffhaltigen Dämpfen zur Ablagerung gebracht wurde, Bildung aus organischen Resten aber total ausgeschlossen ist. Sandberger stellt keine bestimmte Vermuthung auf, so lange nicht neue aufklärende Thatsachen bekannt geworden sind, wie z. B. die Möglichkeit der Zersetzung löslicher Kohlenstoffverbindungen unter hohem Drucke oder Aehnliches. Walther entschlägt sich ebenfalls einer bestimmten Annahme, während Weinschenk glaubt, auf Grund des gewonnenen mineralogisch-petrographischen Gesammtbildes annehmen zu müssen, dass vorwiegend Kohlenoxyd und Cyanverbindungen enthaltende Dämpfe zur Graphitbildung geführt haben.

Ob und in wie weit Carbide zur Erklärung herangezogen werden können, muss die Zukunft ergeben. Jedenfalls lehren aber die bekannt

gewordenen Processe, mit welcher Leichtigkeit aus ihnen Graphit abgeschieden werden kann. Wie Bergmann zeigte, geht Acetylen mit einer wässerigen Lösung von Wasserstoffsuperoxyd bei nur 150° und etwa 4—5 Atmosphären Druck glatt in Graphit und Wasser über, wobei sich an Stelle des Acetylens auch direct das Carbid verwenden lässt. Bei der Carbidzersetzung entstehen, wie Bamberger nachwies, auch stets noch Stickstoffverbindungen, Ammoniak und Cyan. Wie sehr reactionsfähig die Carbide sind, zeigen auch die Arbeiten von Charitschoff, welcher aus Eisencarbid (grauem Gusseisen) durch Einwirkung von Salzlösungen Kohlenwasserstoffe erhielt, so dass er sogar lebhaft der geologischen Entstehung des naphtareichen kaukasischen Erdöls aus Carbiden unter Einwirkung von Salzlösungen das Wort redet, und selbst in einer weiteren Abhandlung den Stickstoffgehalt als kein Hinderniss für diese Erklärung ansieht. Die Graphitabscheidung aus Kohlenoxyd und Cyanverbindungen ist schon seit längerer Zeit zur Genüge bekannt, und bekanntlich ist ja auch schon seit Langem die Ansicht ausgesprochen, dass der Hohofengraphit den Cyanverbindungen seine Entstehung verdankt. Die Annahme einer Bildung aus diesen Verbindungen, für welche Weinschenk sich entschlossen hat, würde mit den mineralogischen Verhältnissen der Graphitgänge zur Zeit am besten im Einklang stehen.

Auch eines fast vergessenen alten Versuches, den Graphit auf anorganische Entstehung zurückzuführen, möchte ich bei dieser Gelegenheit noch gedenken, es ist dies die im Jahre 1848 von Dr. Waltl ausgesprochene Ansicht, der Graphit möchte durch Zersetzung von Siliciumkohlenstoff entstanden sein.

Der Graphit enthält eine ganze Reihe von Mineralien eingeschlossen, zum Theil sogar in ungewöhnlich grossen Krystallen.

Auf Pit III bei Ragedara fand ich weissen grobspäthigen Kalkspath mit grossen einheitlichen Spaltungsflächen; ein von Wasser etwas äusserlich zerfressenes Stück bildet ein Rhomboëder von beinahe 20 cm Kantenlänge. Es ist umwachsen von blätterigem Graphit, mit eingewachsenen, rosettenförmigen Graphitaggregaten, daneben finden sich durchsichtige, farblose Quarze und braunschwarzer Glimmer. Quarz ist das häufigste Mineral der Gänge, es findet sich in grossen farblosen, rauchgrauen oder durch Limonit gelbgefärbten, unregelmässigen Partien oder aber auch gut krystallisirt; die Form bietet nichts Neues. Pyrit in derben Massen und in Krystallen, an letzteren {111}, {210}. Ein etwa 3 cm grosser Krystall von Humbuluwa zeigt einen durch Graphit im Wachsthume gehinderten Pyrit mit vorherrschendem {111}, das durch Alterniren mit {421} treppenförmige Streifung trägt. Am Ende sind mit sehr spiegelnden und glatten Flächen ausgebildet {421}, {100} und {210}. Die Form {421} wurde durch Zone und Messung festgestellt. Der Graphit durchschneidet zum Theil den Krystall, theils ist er in die Flächen eingewachsen und hinterlässt nach dem Ent-

fernen unregelmässige Druckflächen. Selbstverständlich findet sich viel zersetzter, in Limonit umgewandelter Pyrit überall da, wo der Gang im Cabok steht. In einem derben Pyrit fanden sich zahlreiche Graphitkugeln. Apatit in grossen Krystallen: $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, aussen glänzend-schwarz durch fest anhaftenden Graphit mit ebenen, glänzenden Flächen, im Inneren frisch und von spargelgrüner Farbe. Ein grosser Krystall mit abgebrochenem Ende sitzt in dichtem Pyrit mit demselben ohne Zwischenschicht von Graphit verwachsen, Prismenflächen glatt und eben. Ein in Quarz eingewachsener ebenfalls durchgebrochener Krystall von minder deutlicher Krystallform ist durch eine kleine Zwischenschicht von Graphit vom derben Quarz getrennt. Nach Jannasch und Locke[1]) ist die Zusammensetzung des Apatits aus Graphit entsprechend der Formel $P_3O_{12}Ca_5(Fl, Cl, HO)$. In inniger Verwachsung mit Graphit finden sich grosse, unregelmässig begrenzte Tafeln eines braunschwarzen Eisen-Magnesiaglimmers. In grossen, 15 cm und noch längeren Krystallen, deren Aussenseite rauh und ganz mit Graphitstengeln besetzt ist, erscheinen zwei Feldspäthe, ein grüner, ähnlich den bekannten von Bodenmais, und ein adularartiger weisser. Auf der höchst vollkommenen Spaltfläche nach P ist keinerlei Zwillingsstreifung bemerkbar. Nach Diersche's Untersuchung sind diese Feldspäthe Orthoklas und die grüne Färbung ist auf eingeschlossene chloritische Substanz zurückzuführen. Eine Analyse des ölgrünen Orthoklases von Ragedara ergab Herrn Diersche:

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	Total:
61,88	18,16	0,85	1,64	0,43	0,08	13,82	2,02	99,44

Das spec. Gew. fand er bei $13\frac{3}{4}^0$ C. zu 2,621.

Weitere Einschlüsse sind Calcit, von dem Herr Diersche die Form $-\frac{1}{2}R$ bemerken konnte, ich habe nur grosse zerfressene Rhomboëder R mit den schon notirten Einschlüssen Quarz, Graphit und Glimmer gefunden; an einem Stücke fand sich auch ein grosser, aber ganz rauher Glimmerkrystall, von dem es dahingestellt bleiben mag, ob seine Flächen als Krystallflächen oder Druckflächen angesehen werden sollen. Herr Diersche constatirte einen Gehalt an Magnesium. Rutil meist in mikroskopischer Vertheilung, wie schon Sandberger nachwies. Kaolin, Nontronit, letzterer oft in grossen pistaziengrünen dichten Massen. Bei Humbubuluwa fand ich auch als secundäre Bildung Gyps, und ein noch nicht näher bestimmtes Mineral von honiggelber Farbe in winzigen, stark glänzenden Krystallen. Diese haben sich der Hauptsache nach in zelligen Hohlräumen abgesetzt, welche zweifelsohne auf zellig zerfressenen Pyrit hinweisen, einzelne der scharf ausgebildeten Kryställchen sitzen auch zwischen den Graphitblättern. Der Pleochroïsmus ist gelb—braungelb; in kaltem Wasser unlöslich, vielleicht ein Eisenoxydsulfat ähnlich dem Utahit.

1) Zeitschr. f. anorg. Chemie 1894, **6**, 154. Ref. diese Zeitschr. **26**, 635.

Nächst dem Graphit sind es die Edelsteine, welche noch von grösserer Bedeutung für die Insel sind, obschon deren Ertrag nicht an jenen der Graphitindustrie heranreicht. Sie finden sich angehäuft in den Sanden der Wasserläufe, sowie in den älteren, jetzt über den Gewässern liegenden Ablagerungen, welche ebenfalls der Gesteinsverwitterung ihre Entstehung verdanken. Diese Ablagerungen liegen nun wieder hauptsächlichst auf der West- und Südseite der Insel, und sind als eigentliche Edelsteindistricte zu nennen: die Provinz Sabaragamuwa in ihrem südlichen Theile mit dem vielgenannten Ratnapura, welches als Mittelpunkt der Edelsteinindustrie gilt, bis hinunter nach Rakwana, über die südlichen Berge hinaus bis hinab an's Meer zwischen Point de Galle, Matará bis etwa zum Magama- (Mahagam- oder Kirinda-) Ganga. Auch in der Westernprovinz finden sich solche an härteren Steinen reiche Ablagerungen. Der Abbau ist ein äusserst einfacher und liegt wohl fast ganz in den Händen der Eingeborenen. Je nachdem in den Flüssen oder auf trockenem Lande gegraben wird, können wir kurz von »Wasser-Pits« oder »Land-Pits« reden. Die ersteren können natürlich nur in der günstigen Jahreszeit arbeiten, da während des Monsuns die Gewässer ungeheuer anschwellen. An einer passenden Stelle wird mit langstieligen, rechtwinkelig abgebogenen Schaufeln (Krücken) der Flussboden heraufgeholt und der Sand in äusserst sinnreich construirten, aus Pflanzenfaser geflochtenen Körben mit kleinen schiefen Oeffnungen im Wasser durch rotirendes Umherschwenken ausgewaschen. Thonig-schlammige Substanz wird auf diese Weise schnellstens entfernt, und das Gerölle liegt völlig rein in dem Korbe; grössere Brocken werthloser, mineralogisch aber oft sehr interessanter Mineralien werden sofort wieder weggeworfen. Die Maschen der Körbe sind ziemlich eng, so dass selbst Körner von geringerer Grösse nicht durchgehen können. Sind so eine Anzahl Schaufeln (etwa 30—40) des Edelsteinsandes heraufgebracht, ausgewaschen und vom gröberen, werthlosen Kies befreit, so wird das Material durchgesehen und der Korb geleert. Liegt die ergiebige edelsteinführende Schicht ziemlich tief unter dem Wasser, so arbeitet einer der Wäscher als Taucher mit, indem er bewehrt mit einem langen Brecheisen sich an einem in das Wasser gesteckten Bambusrohre in die Tiefe lässt und dort mit seinem Eisenstabe dem Eingreifen und Loswerden der Krücken behülflich ist. Diese Leute tauchen ohne jeden Apparat und bleiben dabei bis zu 35 Secunden unter Wasser. An einigen Orten sah ich auch, dass ein über einen Meter breiter und entsprechend der Uferhöhe 2—3 m tiefer Kanal vom Flusse abgezweigt wurde, um zu einer ergiebigen, noch nicht benutzten Fundstelle der Edelsteine zu gelangen. Bei Anlagen auf trockenem Boden (Land-Pits) muss zunächst eine ziemlich tiefe Sammelgrube für Wasser angelegt werden, in welche sodann durch Holzeinbau Stände für den Waschmann angebracht werden, welcher den ausgehobenen Schutt in der gleichen

Weise verarbeitet, wie oben geschildert. Die hierbei gefundenen Steine sind sehr oft noch ganz wenig verrollt und sehr frisch und glänzend, so dass sie nicht weit von ihrer ursprünglichen Lagerstätte entfernt sein können.

Ein Theil des gewonnenen Materials wird in rohem Zustande versteigert oder verkauft, ein anderer, wie bekannt, im Lande selbst verschliffen. Man hat vielerorts Gelegenheit, diese Edelsteinschleifer vor ihren Hütten kauernd in Thätigkeit zu sehen. Die Mittel, mit denen sie arbeiten, sind auch hierbei wiederum sehr einfacher Art, und das folgende Bild,



welches einen alten, bereits etwas fernsichtig gewordenen Eingeborenen bei seiner Schleifthätigkeit darstellt, wird dies Verfahren leicht erkennen lassen. Im vorderen Grundbalken des Hauses sind zwei Holzpflöcke eingelassen, welche eine mit rohem Gewinde versehene Holzwelle aufnehmen, die an ihrem vorderen Ende die Schleifscheibe trägt. Eine an einem ziemlich langen Stocke befestigte Cocosschnur, welche einmal um die Welle läuft, wird mit der rechten Hand hin- und hergeführt und setzt dadurch die Scheibe in Bewegung, während mit der linken Hand der Stein an die

Schleifscheibe gehalten wird, meist mit freier Hand, oft aber auch mit Kittstäbchen. Damit nun die beiden, die Welle tragenden Pflöcke nicht zu stark wackeln, sind sie mit einem Bastseil umschlungen, das durch einen Knebel, wie bei der gewöhnlichen Holzsäge, gespannt werden kann. In den am Boden liegenden Cocosnussschalen befinden sich die Schleifpulver und Wasser.

Die Mannigfaltigkeit der aus jenen Sanden gewonnenen Mineralien ist sehr gross, und der hervorragendste Edelstein, welchen sie führen, ist der Sapphir und Rubin. Die grosse Menge des vorkommenden Korunds ist sehr auffallend, meist sind es stark gerollte grosse Krystalle oder formlose Stücke mit einheitlicher Spaltbarkeit, von sehr verschiedener Farbe: blau, blassblau, schmutziggrün, grau, gelb, braun, mehr oder minder klar bis undurchsichtig. Viele lassen noch die Krystallform erkennen, entweder eine Pyramide zweiter Ordnung allein oder mit der Basis oder aber breite Tafeln nach der Basis mit schmalem $\{11\bar{2}0\}$ bis zu mehreren Centimeter Durchmesser. Unter den edlen durchsichtigen Varietäten überwiegt bei Weitem der Sapphir meist in ziemlich blassen Farben, wobei der Farbstoff oft ganz unregelmässig im Inneren vertheilt ist, dies ist ein sehr häufiger Fall, oder aber er ist in ganz bestimmten krystallographischen Richtungen schichtenweise zur Ablagerung gelangt. Auch orientirte blaue und grünliche Farbschichten wechseln mit einander ab, oder es finden sich stellenweise neben der blauen Farbe auch rothe Partien. Die Eingeborenen verstehen es, vielfach die Farbe der Steine durch Erhitzen bis zu einem gewissen Grade zu verbessern. Ganz tadellose Steine mit vollständig einheitlicher und angenehmer Farbe sind natürlich weniger häufig, aber doch nicht allzu selten und zu entsprechenden Preisen zu erwerben, wobei nur bemerkt werden soll, dass man vielfach in der Lage ist, die Steine billiger in Colombo oder Point de Galle einzukaufen, als in Ratnapura. Wird ein »guter« Stein entdeckt, so wird dies auch durch Correspondenten baldigst den Localblättern mitgetheilt, und Händler aus allen Theilen der Insel eilen herbei, um sich geradezu in lächerlicher Weise zu überbieten. So wurde, wie in einem Report of the Sabaragamuwa District for 1874 zu lesen ist, beispielsweise ein Sapphir für 2500 Rupies erstanden, erzielte aber in Colombo nur mehr 1500 Rupies, ja für einen ziemlich grossen Rubin schlug der Eigner fünftausend Rupies aus, um dann in Colombo zu erfahren, dass der Stein voll Fehler und deshalb werthlos sei.

Völlig wasserklare Steine, ohne Farbenton, sogen. »weisser« Sapphir, und namentlich prachtvolle gelbe, welche den Farbstoff meist in der gleichmässigsten Vertheilung aufweisen, sind ebenfalls ziemlich häufig, aber wesentlich billiger.

Die Krystallform ist entweder die bekannte spitzpyramidale, durch Vorherrschen einer Pyramide zweiter Ordnung mit horizontaler Combinations-

streifung, hervorgerufen durch eine stumpfere derselben Art oder die Basis, oder es tritt hierzu {0001} und {10$\bar{1}$1}; ein anderer Typus bildet ziemlich grosse, flache Tafeln nach {0001} mit schmalem {1010} und manchmal ganz untergeordnetem {10$\bar{1}$1} und dreiseitigen, dem Rhomboëder entsprechenden Wachsthumshügeln auf der Basis; auch kurz gedrungene prismatische Krystalle finden sich.

Der Rubin ist gegenüber dem Sapphir viel seltener und meist von angenehmer licht himbeerrother Farbe bis zu solchen, in welchen sich mehr violette Töne mischen. Ganz reine hochgeschätzte Farbe ist eine Seltenheit. Ebenso wie der Sapphir enthält der Rubin auch blaue Farbpartien, weniger häufig orientirt, meist unregelmässig eingelagert, welche auch hier durch Erwärmen bis zu einem gewissen Grade beseitigt werden können. Es wird angegeben, dass die Sapphire ihre ursprüngliche Lagerstätte in den gneiss- und granitartigen Gesteinen haben, während der Rubin auch in den Dolomit- und Kalkbändern vorzukommen scheint.

Ich habe nun an dem von mir gesammelten Material Beobachtungen gemacht, welche darauf hinzudeuten scheinen, dass auch der Sapphir resp. Korund seinen Ursprung im dolomitischen Kalk zu haben scheint. Man beobachtet nämlich einerseits an den grossen Spinellen in den unregelmässigen Hohlräumen, herrührend von weggeführten Mineralien, eingewachsen schöne blaue durchsichtige bis undurchsichtige Sapphirkrystalle mit vorherrschendem {22$\bar{4}$3}, daneben Tafeln von Phlogopit, Hydrophlogopit und Reste von Kalk. Andererseits zeigen sehr viele glänzende Korundkrystalle von 10, 12, 15 cm Grösse und blauen, grünlichblauen oder schmutzig graugrünen Farben und schiefem, treppenförmigem Wachsthum zahlreiche unregelmässige Hohlräume, herrührend von weggelöstem Kalk etc. In diesen Hohlräumen wieder sitzen mit dem Korund verwachsen Phlogopittafeln, rosarother Spinell und ein schwarzes, metallisch glänzendes Mineral von tetragonaler Form, wie die Messung ergab, Rutil; er zeigt die Combination {110} {111} {101}, untergeordnet {100}, also dieselbe Form, welche auch die lose in den Edelsteinsanden vorkommenden Rutile zeigen. Diese Thatsachen scheinen mir darauf hinzudeuten, dass der Korund (mindestens theilweise) wie der Spinell im dolomitischen Kalk eingelagert war.

Nach Dixon findet sich bei Badulla ein Gneiss mit grünem, blauem und rothem Korund. Fundstellen von korundführenden Geröllen sind zahlreich verbreitet, beispielsweise bei Ratnapura, dann in dem östlich von demselben hinziehenden, direct unter dem Hauptgebirgsstocke gelegenen Thale von Bamberabotuwa, in den von Ratnapura südlich abzweigenden Thälern des Hangomuwa- und Karawita-Ganga und noch vielen anderen mehr.

Schöne Chrysoberylle habe ich erhalten, natürlich als von Ratnapura stammend; da die Steine schon oft den Eigenthümer gewechselt, war Genaueres über ihre Herkunft nicht mehr herauszubringen. Die Krystalle

sind völlig klar und durchsichtig, von hellgeber Farbe und nur ganz wenig durch Rollen beschädigt, so dass sie sich vorzüglich zu Messungen eigneten. Diese hat Herr Dr. Melczer im hiesigen Institute ausgeführt und sind seine diesbezüglichen Beobachtungen in dem folgenden Aufsatze S. 240 f. mitgetheilt. Als Katzenauge geht auf der Insel sowohl Quarz wie Cymophan, und ist der Preis beider ein sehr hoher. Gygax giebt als Fundort für Chrysoberyll Ratganga in Nord-Saffragam an.

Spinell ist ein sehr häufiges Mineral der Edelsteinsande und findet sich in vielerlei Färbungen: roth, blau, grün, lila, oft von eigenthümlich düsterem Tone und in wechselnden Grössen vom kleinsten Körnchen bis zu faustgrossen Krystallen.

Schöne blaue Spinelle von tadelloser Flächenbeschaffenheit und hohem Glanze, völlig durchsichtig, zeigen eine Combination des Oktaëders und Dodekaëders, bald das eine, bald das andere mehr vorherrschend; an ihnen hat Herr Dr. Melczer optische Bestimmungen ausgeführt, welche erkennen lassen, dass die Brechungsexponenten durch den Farbstoff beeinflusst werden, s. S. 259 f. Von ganz ungewohnter Grösse erscheinen aber die unedlen, undurchsichtigen Spinelle. Aus einem bei Ratnapura gelegenen Bache stammen zwei Krystalle, ein einfaches Oktaëder von 7 cm Länge und schmutzig rother Farbe; anhaftender Phlogopit und Reste von Carbonaten lassen erkennen, dass er aus den Kalken stammt. Der zweite ist ein Zwilling von etwa 8 cm Länge, er zeigt das Oktaëder glatt und das Dodekaëder als eine aus dicht neben einander gelegenen Oktaëderkanten gebildete Form, so dass dieselbe rauh gefurcht erscheint. Die {111}-Flächen bilden grosse aus- und einspringende Winkel, und auf den in eine Ebene fallende {110}-Flächen verläuft die Furchung symmetrisch entgegengesetzt. Der Krystall hat dieselbe Farbe wie der vorige und wiegt 340 g. Mit ihnen zusammen wurde auch ein grosser löcheriger Klumpen Phlogopit gefunden, welcher noch eine Menge kleiner, rother Spinellindividuen enthält. Diese ungewöhnlich grossen Krystalle fanden sich auf einer Edelsteinwäsche des Herrn Notar Jayetellike in Ratnapura und wurden mir von demselben bereitwilligst als Belegstücke abgetreten. Zahlreiche kleinere Individuen bis zu 2 cm und weniger bieten namentlich grosse Verschiedenheiten in der Farbe, ein Stück zeigt aussen eine Lilafarbe und im Inneren unregelmässige, theils blaue, theils amethystfarbene Partien. Wie schon beim Korund erwähnt, enthält der Spinell ausser Phlogopit und Carbonatresten auch klare Sapphirkrystalle eingewachsen.

Grüner und blauer Spinell findet sich bei Ratnapura und im Districte Kandy. Dolomitische Kalke mit eingelagertem Spinell bei Matalé, Wariapola, Wattegama und Maskeliya.

Zirkon findet sich in den Sanden in grosser Menge und in allen Grössen, von den kleinsten Krystallen bis zu solchen von mehreren Cen-

timetern Länge. Die Farbe variirt beträchtlich von farblos, gelb, röthlich, hellbraun, dunkelbraun, grün und schwarz. Er liefert schleifbare Steine von beträchtlicher Grösse und gleichmässiger Farbe, denen aber allen eine charakteristische hauchartige Trübung anhaftet, welche durch feinste mikroskopische Einschlüsse bedingt wird. Der Habitus der Krystalle ist ziemlich constant und wird entweder bedingt durch das Vorherrschen des Prismas {110} mit {111}, oder {100} mit {111}, dazu tritt dann noch als nächst häufige Form {311}.

Etwas abweichenden Habitus zeigen solche Krystalle, welche bei vorherrschendem {110}, untergeordnetem {100} am Ende gross {311} und {111} nur ganz untergeordnet aufweisen. Grosse Zwillingskrystalle gleich den Renfrewern sind ebenfalls anzutreffen, aber doch verhältnissmässig selten.

Von ganz besonderem Interesse sind Krystalle von Rakwana in der Provinz Sabaragamuwa. Es sind grosse undurchsichtige Krystalle der einfachen Combination {110} {111}, an welchen durch die Cabokverwitterung ihr Aufbau in ungemein klarer Weise ersichtlich ist. Sie bestehen aus zahlreichen, an manchen Exemplaren über 70—80 Schichten von verschiedener Breite und Farbe, welche in äusserst scharfer Weise parallel dem Prisma und am Ende parallel der Pyramide angeordnet sind. Diese Schichten haben der Verwitterung einen verschiedenen Widerstand entgegengesetzt, und so findet man an den stark abgerollten Krystallen die Schichten auf das allerzierlichste durch Farbe und Stärke der Verwitterung sich von einander abhebend. Dieser Schichtenbau giebt sich manchmal auf den Bruchflächen frischer Krystalle zu erkennen, ohne dass aber nennenswerthe Farbenunterschiede hervortreten.

Farblose Zirkone und namentlich durch Erwärmen farblos gewordene Zirkone werden vielfach verarbeitet, meist als Rosetten geschliffen, und führen den Namen Matará-Diamanten.

In Colombo sah ich ein Calcitstück mit Lamellen nach $\{01\bar{1}2\}$, in welchem ziemlich grosse Zirkone eingewachsen waren, so dass der Gedanke berechtigt erscheint, dass der Zirkon wohl zum Theil auch aus Kalken stammt.

Besonders reichlich findet sich das Mineral im Ratnapura-Districte, Rakwana, dem Gebiete des von Balangoda herunterkommenden Wallawe-Ganga (Wallaway-Oya), auch das Gebiet von Matará wird besonders genannt.

Turmalin findet sich in grünen, gelben, braunen bis tiefschwarzen, auch blauen Farben, entweder in tadellos glänzenden und gänzlich unversehrten Krystallen oder in solchen, welche mehr oder minder bis zur völligen Formlosigkeit abgerieben sind. Wie gross einzelne Krystalle gewesen sein müssen, das kann man aus Rollstücken ersehen, welche über Faust-

dicke erreichen. Die stark abgeriebenen aus den Wasserläufen stammenden Krystalle lassen nur noch die allereinfachsten Formen und Combinationen erkennen und sind sehr oft noch doppelendig; dabei sind die Krystalle entweder prismatisch mit vorherrschendem, trigonalem Prisma, oder die Prismen treten bis zum völligen Verschwinden zurück und es entstehen rein rhomboëdrische Krystalle. Die glänzenden aus »Land-Pits« stammenden Krystalle sind ungemein flächenreich, meist doppelendig und von dem erwähnten eigenthümlich rhomboëdrischen Habitus, bedingt durch das gänzliche Zurücktreten der Flächen der Prismenzone. Das ungemein reichhaltige Material habe ich Herrn v. Worobieff zur Bearbeitung überlassen, dessen Resultate den Inhalt der weiterhin folgenden Abhandlung (S. 263 f.) ausmachen.

Die Krystalle sind von mir in Ratnapura, Pelmadulla und Hunuwala, letztere an der Strasse von Ratnapura nach Balangoda gelegen, zusammengebracht und scheinen alle sicherlich von ein und derselben Fundstelle zu stammen, wie mir scheint in ursprünglichem, noch an seiner Entstehungsstelle liegendem Cabok; ich konnte jedoch Niemand dazu bewegen, mir dieselbe zu zeigen. Bei Nuwara-Eliya soll schwarzer Turmalin anstehend sein, blauen stengeligen habe ich im Pegmatit von Jatore nördlich von Wattegama angetroffen.

Sillimanit. Dieses in guten Krystallen bis jetzt noch nicht angetroffene Mineral fand ich in leider nur einem einzigen Exemplare unter den angeblich aus Ratnapura stammenden, ausgesuchten, nicht mehr schleifenswerthen Vorräthen eines Edelsteinhändlers in Colombo. Es ist ein prismatischer, etwas abgeriebener durchsichtiger Krystall von blassblauer Farbe und eigenthümlichem Dichroïsmus. Zu seiner Untersuchung wurde, um den Krystall nicht ganz zu verlieren, aus der Mitte ein Stückchen herausgesägt und ein orientirter Würfel daraus geschnitten. Die Untersuchung, welche Herr Dr. Melczer ausführte und welche weiter unten (S. 253 f.) mitgetheilt ist, hat meine Vermuthung bestätigt, dass ein Krystall von Sillimanit vorliegt.

Unter den ganz unscheinbaren formlosen Geschieben des Sabaragamuwa-Districtes finden sich braune, dichte, im Bruche ganz amorph erscheinende Mineralien, von denen die einen unschwer als Limonit oder Eisenkiesel etc. zu erkennen sind, während aber andere mit eigenthümlichem Fettglanz auf dem Bruche sehr an gewisse Mineralien mit seltenen Erden erinnern. In der That hat nun auch eine qualitative Untersuchung, welche Herr Prof. Muthmann durchzuführen die Freundlichkeit hatte, ergeben, dass diese braunen Klumpen Niobsäure und Tantalsäure, etwa im Verhältniss 4 : 1, und sehr viel Yttrium enthalten, dagegen nur wenig von den schwereren, selteneren Erden Thorium, Erbium etc. und gar keine Titansäure. Das spec. Gew. ergab sich zu 5,70. Schon im Brenner und vor dem Löthrohre decrepitirt es sehr heftig. Als einziger Begleiter neben Cabok ist Quarz zu

erkennen. Ueber die Stellung dieses Niobates im Systeme kann erst nach Vollendung der quantitativen Analyse, welche im Gange ist, eine Entscheidung getroffen werden.

Der schillernde Mondstein findet sich in pegmatitischen Gängen. Der Feldspath ist theils in prachtvoller schriftgranitischer Verwachsung mit Quarz, theils bildet er rundliche bis faustgrosse Partien in dem körnigen mürben Gesteine. Klare einheitliche Stücke zeigen einen schönen blauen Schimmer, während die mürberen trüben Partien einen mehr silberweissen, stärkeren Schimmer aufweisen, den man oft über eine grosse Gesteinsfläche einheitlich orientirt verfolgen kann. Die von mir gesammelten Proben stammen aus Mondstein-Pit bei Jatore nördlich Wattegama in der Richtung nach Matalé. Mondstein-führende Gänge finden sich im Kandy-Districte eine Anzahl, Geschiebe sollen in den Districten Galle und Matará der Südprovinz vorkommen.

Sehr gemein ist der gewöhnliche Granat von der Farbe des Almandins, der ja ein weitverbreiteter Gesteinsgemengtheil ist; geschätzter als dieser ist der braune Zimmtstein, der, nur in Geschieben bekannt, sich besonders in der Südprovinz, wie bei Matará und Welligama finden soll.

Rutil ist in den Edelsteinsanden in grossen, stark verrollten Krystallen vorhanden, welche die einfachste Combination {110} {111} {101} erkennen lassen und die bekannten knieförmigen Viellinge bilden; auch einfache Krystalle.

Wenig ist über den Quarz zu sagen, er ist allerorts und in vielen Varietäten. Farbloser Bergkrystall, Rauchquarz, Amethyst, Scepterquarz, alles ist anzutreffen, bald prismatisch, bald pyramidal durch Fehlen des Prismas. Derbe Kieselsäurevarietäten, worunter namentlich grosse Geschiebe von ockergelbem Jaspis, seltener Carneol und Achat sich befinden, sind an manchen Orten der genannten Bezirke anzutreffen.

Eine Anzahl Mineralien, für welche schlechterdings nichts weiter vorliegt als die blosse Namensangabe, sollen hier nicht weiter erwähnt werden; nur einige wenige, für welche mindestens einige Haltepunkte angegeben werden, sollen noch kurz genannt sein.

Schwefel soll nach einer Mittheilung des Herrn Ondaatje bei Terrepha im Walpana-Bezirk der Centralprovinz vorkommen. Er sei ähnlich dem sicilianischen und besetzt mit Schwefelkrystallen. Herr O. bemerkt ferner, dass die Methode Schwefel zu gewinnen schon den Kandyanern bekannt gewesen sei und dass die Schwefelgewinnung zu den zu verhängenden Zwangsarbeiten gehörte. Reiche »Schwefelerze« von Bintenna, deren er ebenfalls erwähnt, sind, wie aus seinen Angaben hervorgeht, Kiese. — Schwefelhaltige Quellen finden sich bei Bubula in der Provinz Uva.

Tellur. Ob und in welcher Form dieses Element auf der Insel sich findet, kann ich aus den spärlichen Angaben nicht entscheiden. Dixon giebt an, dass eine Erzprobe aus einem Quarzriff (Gang) in Kandanuwara, District Matalé, neben Kupfer das Element Tellurium enthielt.

Platin soll sich nach Dixon in Spuren im Deduru-Oya nördlich von Kurunegala zusammen mit Gold gefunden haben.

Gold. Die Kenntniss vom Vorkommen ist eine alte und reicht bis in die früheste Zeit hinauf, alte singhalesische Werke erwähnen dasselbe und geben Fundorte wie Ruwanwella und Ramboda. Im Jahre 1854 wurde es im Maha-Oya und in Nuwara-Eliya (hier wiederholt) aufgefunden. Dixon fand es im Schutte des Deduru-Oya, nördlich von Kurunegala, ferner einen kleinen Nugget im Alluvium von Wakwela nahe bei Point de Galle, mit diesem zusammen fanden sich auch Fragmente von Sapphir, Granat, Chrysoberyll, Turmalin, Zirkon und »Sulfide einiger seltener Metalle«. In der Nähe fand er zwei kleine Quarzriffe, welche sich ebenfalls als goldhaltig erwiesen. Freigold findet sich ferner in einem der Nebenflüsse des Kalu-Ganga bei Ratnapura, wo es von den Leuten des Herrn Notar Jayetellike erwaschen wurde, welcher Herr mir die Probe des sehr dunkelgelben Goldes freundlichst überliess. Auch die in den Gem-Pits sich findenden Pyrite zeigen einen, wenn auch geringen Goldgehalt.

Goldführende Quarze finden sich im Rambodadistrict der Centralprovinz, welche nach vorgenommener Probe bis 15 grains in der Tonne enthalten. Von Dolosbage, Centralprovinz, constatirte Dixon Goldquarzgänge, welche an der Oberfläche goldreicher (14 grains) als im Inneren (4 grains) sich erwiesen, ferner ähnliche, aber goldärmere Quarzriffe im Thale von Maskeliya und bei Rangalla in der Centralprovinz. Quarz von Hewaheta enthielt bis 10 grains per Tonne.

In Quarz eingesprengt in Begleitung von Bleiglanz und einem weissen arsenkiesähnlichen Mineral, erwarb ich ein Stück, das nach Versicherung des Besitzers aus dem Morowak-Koralé im Matará-Districte herstammen soll.

Molybdänit wird von Balangoda, Provinz Sabaragamuwa, angegeben, woselbst sich auch schöner Schriftgranit und Feldspathkrystalle finden sollen.

Magnetkies, vielfach im körnigen, dolomitischen Kalk, von mir in Krystallen in dem von Wattegama festgestellt. Gygax giebt die Fundorte Peradenia und Rajawela bei Kandy.

Magneteisen. Nach Ondaatje befindet sich ein schönes Vorkommen bei Yatte Kohila und Arrapase am Wege nach Katragam, Provinz Uva. Nach Dixon enthält der Sandstein von Pamunagama am Wege nach Negombo Magnetit theils einzeln eingesprengt, theils in Bändern eingelagert.

Eisenalaun in seidenglänzenden Ausblühungen an einem 300 Fuss über die Thalsohle ragenden, stark verwitterten Felsen bei Boleadde unweit Badulla; Ondaatje fand ihn bestehend aus Eisen- und Aluminiumsulfat.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle einer Anzahl Herren meinen besten Dank zu bezeugen für ihre liebenswürdige Unterstützung, ohne welche es sehr schwierig gewesen wäre, Erspriessliches zu sammeln. Es sind dies die Herren Consul Ph. Freudenberg, Herr John Hagenbeck, der vorzügliche Kenner von Land und Leuten, die Herren De Mel, W. F. Fernando und De Silva, die Eigner der grössten Graphitgruben, Herr Liebert in Colombo und dem liebenswürdigen Herrn Jayetellike in Ratnapura.

XV. Ueber einige Mineralien, vorwiegend von Ceylon.

Von

G. Melczer (Budapest).

(Hierzu Tafel VII.)

Inhalt:

Chrysoberyll von Ceylon und Brasilien.

Historisches. Die Literatur über Chrysoberyll ist wegen des verhältnissmässig seltenen Vorkommens dieses Minerals nicht gross. Den ersten kritischen Beitrag zur Kenntniss seiner geometrischen Constanten lieferte Haidinger. In einer seiner Arbeiten [1]) befasst er sich mit dem Pleochroïsmus des Alexandrit und bespricht sodann die bis dahin ausgeführten Winkelmessungen. Nachdem er dargelegt hat, dass die von Phillips angegebenen und die aus Mohs' Angaben berechneten Winkel beträchtlich differiren und die von Des Cloizeaux angegebenen Winkel nur als annähernde zu betrachten sind, theilt er selbst an einem (wahrscheinlich

1) Pogg. Ann. 1849, **17** (II), 228.

brasilianischen) Krystalle ausgeführte Messungen mit und berechnet daraus das Axenverhältniss $a : b : c = 0,4700 : 1 : 0,5800$, welches von den späteren Autoren, namentlich Kokscharow, Klein, Cathrein und Bauer, angenommen wurde und daher allgemein für Chrysoberyll angeführt wird. Miller giebt in seinem Handbuche 14 Formen für Chrysoberyll an; aus seinen Fundamentalwinkeln berechnet sich das Axenverhältniss zu $0,4701 : 1 : 0,5802$. Ausführliche Daten über russische Chrysoberylle theilt Kokscharow mit[1]), die meisten seiner Messungen führte er jedoch an brasilianischen Krystallen aus, da sich die Alexandrite dazu als wenig geeignet erwiesen. Er beschäftigt sich auch in dieser Arbeit — von Hessenberg dazu aufgefordert — eingehend mit dem Zwillingsgesetze des Alexandrit und kommt zu dem Schlusse, dass für die selteneren, aus zwei Individuen bestehenden Zwillinge {031} als Zwillingsebene anzunehmen sei, die aus mehreren Individuen bestehenden bekannten Alexandrite jedoch Penetrationszwillinge nach {011} seien, während Hessenberg[2]) fand, dass die amerikanischen Chrysoberylle (Haddam, Greenfield) Juxtapositionszwillinge nach {031} seien. Später beschrieb Kokscharow noch kleine herzförmige Chrysoberyllzwillinge vom Sanarka-Flusse[3]). Mit dem Zwillingsgesetze des Chrysoberyll beschäftigte sich auch Frischmann[4]) und kam zu dem Schlusse, dass sowohl die sibirischen, als auch die amerikanischen Juxtapositionszwillinge nach {031} seien. Ebenfalls als solche beschrieb Wiik[5]) Krystalle von Helsingfors. Mit dem Alexandrit beschäftigten sich ferner Klein und Cathrein. Ersterer[6]) constatirt einige neue Formen und vergleicht die gemessenen Winkel mit den aus dem Haidinger'schen Axenverhältnisse berechneten; Cathrein[7]) beschäftigte sich ausserdem auch mit dem Zwillingsgesetze. Aus der Beobachtung, dass die {111}-Flächen niemals in eine Ebene fallen und die aus zwei Individuen bestehenden Zwillinge der Ausbildung nach mit den bekannten anderen Alexandriten durch Uebergänge verbunden sind, schliesst er, dass auch für letztere {031} als Zwillingsebene anzunehmen sei; ob sie jedoch Penetrations- oder Juxtapositionszwillinge seien, lässt sich der unvollkommenen Ausbildung wegen nicht entscheiden. In neuester Zeit hat sich mit dem Alexandrit noch Jeremejeff[8]) beschäftigt. Er führt sowohl {031}, als auch {011} als Zwillingsebene an und auch Zwillinge nach {111}. Chrysoberyll von Ceylon ist bisher nur von Bauer[9])

1) Mat. Min. Russl. **4**, 54 und **10**, 238.
2) Min. Not. Neue Folge, Heft I, 24.
3) Mat. Min. Russl. **5**, 113.
4) Sitz.-Ber. d. k. bayer. Ak. d. Wiss. 1867, I, 429.
5) N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1869, 356.
6) Ebenda 1869, 548 und 1871, 479.
7) Diese Zeitschr. **6**, 257.
8) Ref. diese Zeitschr. **32**, 427.
9) N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1897, **2**, 106. Ref. diese Zeitschr. **31**, 621.

beschrieben worden und zwar ein einfacher Krystall mit den Formen $a\{100\}$, $b\{010\}$, $s\{120\}$, $o\{111\}$, $n\{121\}$. Ueber den Chrysoberyll von Marschendorf theilt Kretschmer einige Formen mit [1], jedoch ohne gemessene Winkel anzuführen. Mit den optischen Eigenschaften des Chrysoberyll im Allgemeinen hat sich ausser Haidinger[2]) (Pleochroïsmus) hauptsächlich Des Cloizeaux[3]) beschäftigt. Er bestimmte die Hauptbrechungsindices für gelbes Licht mittelst Prismen und fand in verschiedenen Platten, dass deren Axenwinkel für dieselbe Farbe sehr verschieden seien. Er erklärt diese Thatsachen mit der Annahme zweier Chrysoberyllsubstanzen, die mit einander hauptsächlich zwei Mischungen bilden.

Das Studium dieser erwähnten Arbeiten über Chrysoberyll führt zu dem Resultate, dass die physikalischen Verhältnisse dieses Minerals noch bei Weitem nicht in genügender Weise aufgeklärt sind. Was zunächst das Axenverhältniss anbelangt, so sind Haidinger's Messungen, obwohl sehr sorgfältig, doch eben für die Bestimmung desselben nicht zuverlässig genug. Er maass bloss zwei Winkel an einem Krystalle, und die maximalen Abweichungen zwischen den zahlreichen einzelnen Messungen waren 7 respective 14 Minuten. Die von Kokscharow untersuchten Krystalle reflectirten zwar — wie er mittheilt — im Allgemeinen gut, theilweise sogar sehr gut, jedoch ist — wie aus folgender Tabelle, welche die wichtigsten seiner Winkel und auch Haidinger's zwei Winkel enthält, ersichtlich — die Uebereinstimmung zwischen seinen gemessenen und den berechneten Winkeln nicht dementsprechend:

		Gemessen:		Berechnet:
ar	$= (100):(130) =$	$54^0 39\frac{3}{4}'$	(Haid.)	$54^0 39\frac{3}{4}'$
ao	$= (100):(111)$	43 8	(-)	43 8
		43 6	(Koksch.)	
oo	$= (111):(1\bar{1}1)$	40 12	(-)	40 7
bi	$= (010):(011)$	59 54	(-)	59 $53\frac{1}{4}$
ax	$= (100):(101)$	39 $5\frac{1}{4}$	(-)	39 $1\frac{1}{4}$

und merkwürdig ist ferner, dass Kokscharow keine gemessenen Winkel aus der Prismenzone mittheilt, obwohl gerade diese sowohl an den brasilianischen, als auch an den takowajaer Krystallen besser entwickelt ist, als die terminalen Flächen. Er hatte übrigens auch wenige gut messbare Krystalle zur Verfügung und maass für die meisten Winkel nur je zwei Krystalle. Alle späteren Messungen an Chrysoberyll (Klein[4]), Cathrein[5]), Bauer[6]),

1) Min. und petr. Mittheil. 1895, **14**, 186.
2) l. c.
3) Sur l'emploi des propr. opt. **1**, 59 und **2**, 28.
4) l. c. 5) l. c. 6) l. c.

Kretschmer[1]), Brugnatelli[2])) können nur als determinative bezeichnet werden, da sie an wenig und überdies meist nicht gut messbarem Material ausgeführt wurden.

Auch die Zwillingsbildung des Chrysoberyll ist in Folge der ungenügenden Qualität des untersuchten Materials noch nicht genügend festgestellt. Kokscharow nimmt, wie erwähnt, zwei Gesetze an, ohne jedoch diesbezüglich gemessene Winkel anzuführen. Hessenberg und Frischmann betrachten die amerikanischen, letzterer auch die russischen Verwachsungen als aus sechs herzförmigen Zwillingen bestehende Gruppen, welche sich mit den {010}-Flächen berühren — also eigentlich als Juxtapositionszwillinge von sechs Individuen —, und ebenso Wiik die finnländischen; diese Annahme (welche übrigens älter ist, da sich schon Hausmann und Dufrénoy so aussprachen) wurde jedoch auch von diesen genannten Autoren nicht durch gemessene Winkel bekräftigt und beruht nur auf blosser Anschauung. Cathrein hat einige Zwillingswinkel gemessen, jedoch differiren sie von den aus dem Haidinger'schen Axenverhältnisse berechneten erheblich. Zur Annahme einer einzigen Zwillingsebene gelangte Cathrein auch nur durch eingehende Betrachtung des Habitus der Zwillinge. Die Frage nach der Art der Verwachsung lässt er unentschieden. Schliesslich führt Jeremejeff wieder sowohl {031}, als auch {011} als Zwillingsebene an.

Was schliesslich die optischen Verhältnisse anbelangt, so hat Des Cloizeaux über die Lage der optischen Axen Vieles berichtet, jedoch liegt, die Brechungsindices anlangend, nur eine genauere Bestimmung von Demselben vor und auch diese bezieht sich nur auf eine Lichtart.

Den folgenden Angaben liegt die Untersuchung des von Herrn Dr. Grünling von Ceylon mitgebrachten Materials (siehe vorhergehende Abhandlung S. 233) zu Grunde, welche ich im Laufe dieses Jahres im mineralogischen Institute der Universität München ausgeführt habe.

Formen und Axenverhältniss. Dieses Material bestand aus drei gelblichgrünen, durchsichtigen Krystallen, von welchen der erste, ca. 2 cm grosse (Fig. 1 und 2) beinahe ringsum, der zweite (Fig. 4) und dritte etwas kleiner und nur mit der einen Hälfte ausgebildet sind, und ausserdem aus fünf Bruchstücken, welche jedoch auch einige oder mehrere, meist tadellos spiegelnde Flächen tragen. Die drei Krystalle sind deutlich ausgebildete Zwillinge und auch an den Bruchstücken sieht man eine oder mehrere Zwillingsnähte. Bevor ich jedoch zur Zwillingsbildung übergehe, will ich kurz die Formen beschreiben.

---

1) Die Mineralfundstätten von Zöptau u. Umg. Min. u. petrogr. Mittheil. 1895, **14**, 183. Ref. diese Zeitschr. **27**, 321.

2) Chrysoberyll von Sondalo im Veltlin, diese Zeitschr. **32**, 81.

Es wurden folgende Formen beobachtet[1]):

$a\{100\}$	$*l\{210\}$	$o\{111\}$
$b\{010\}$	$m\{110\}$	$n\{121\}$
$c\{001\}$	$s\{120\}$	$*f\{10.1.10\}$
$x\{101\}$	$r\{130\}$	$*g\{515\}$
$i\{011\}$	$*q\{140\}$	$*h\{313\}$
$k\{021\}$		$*p\{232\}$

Von diesen Formen, unter welchen besonders a, o und x, theilweise auch b und c vorherrschen und den Habitus bedingen (vergl. Fig. 1, 2 und 4), sind — mit Ausnahme von a, b, s, o, n — sämmtlich für das ceyloner Vorkommen neu und die mit * bezeichneten auch für den Chrysoberyll im Allgemeinen; unter den letzteren sind die Pyramiden am seltensten, da sie nur je mit einer schmalen Fläche vorhanden sind, sie sind jedoch, wie ich mich durch Wiederholung der Messung überzeugte, sicher.

Charakteristisch ist für diese Chrysoberyllkrystalle besonders das Vorhandensein von $c\{001\}$, welche Form an den Krystallen anderer Fundorte gewöhnlich fehlt und nur durch Klein an takowajaer Krystallen beobachtet wurde, während sie hier an Krystall 1 und 3 vorhanden ist, und auch an zwei Bruchstücken, von welchen eine Platte resp. ein Prisma geschliffen wurde, vorhanden war, an letzteren sogar mit ca. $\frac{3}{4}$ cm^2 grosser Fläche, und zwar an allen mit von einander breit abstehenden, der a-Axe parallelen Riefen. Auch $b\{010\}$ zeigt eine Streifung parallel der Prismenzone. Ferner ist $x\{101\}$ an den ceyloner Krystallen stets vorhanden, während sie an brasilianischen und russischen selten ist. Die meisten Flächen, besonders a, o, x, s, r, spiegeln sehr gut und die vorzügliche Ausbildung dieser ceyloner Krystalle ist auch daran ersichtlich, dass die auf der den Zwillingsindividuen gemeinsamen a-Fläche beim Chrysoberyll regelmässig vorhandene Streifung || der c-Axe hier so fein ist, dass sie mit blossem Auge bei oberflächlicher Betrachtung kaum wahrnehmbar ist und die Messungen nicht beeinträchtigt. Auch liegen die einzelnen Theile dieser Fläche, welche je einem Individuum angehören, relativ sehr genau in einer Ebene (maximale Abweichung auf den Flächen in Fig. 1, 3 und 4 $1\frac{1}{2}'$), während sie besonders beim Alexandrit häufig ein- und ausspringende Winkel bilden. Damit jedoch auch diese geringe Abweichung die Resultate nicht beeinflusse, habe ich bei Messung der Winkel ax, ao und $a:\{hk0\}$ nur die den betreffenden Flächen angehörigen Theile der $\{100\}$-Fläche benutzt und die übrigen mit Wachs abgedeckt.

Die Messungen führte ich mit einem Fuess'schen Goniometer Nr. II aus und maass nachher die meisten Fundamentalwinkel noch mit dem grossen

---

1) Ich habe im Folgenden die Aufstellungsweise und Buchstabenbezeichnung der Formen, welche Dana in seinem Handbuche giebt, als die gebräuchlichste beibehalten.

Goniometer Nr. I, welches ich — wie auch das andere — vorher rectificirte. Aus dem Mittel der gemessenen Winkel *ao*, *ax*, *ox* und mit besonderer Berücksichtigung des Zwillingswinkels *oo* (siehe S. 248) berechnet sich das Axenverhältniss zu 0,4707 : 1 : 0,5823. Dieser Zwillingswinkel ist nämlich zur Bestimmung des Axenverhältnisses besonders günstig, weil er bei einer Aenderung desselben bedeutend variirt; er konnte an fünf Krystallen (zwölf Kanten) genau gemessen werden. Die aus diesem Axenverhältnisse berechneten Winkel stimmen mit den gemessenen in Folge der erwähnten guten Beschaffenheit der Flächen sehr gut überein; eine Ausnahme hiervon macht nur der gemessene Winkel *ci*, doch die betreffende Fläche *c* reflectirte hier — wie auch an den anderen Krystallen — schlecht. In der Tabelle sind statt der Grenzen der gemessenen Winkel unter $\pm d$ die arithmetischen Mittel der Differenzen zwischen den einzelnen gemessenen Winkeln und dem aus diesen gebildeten Mittel gegeben; diese Mittel sind, wie eine einfache Ueberlegung zeigt, mit der Rubrik *n* (Zahl der gemessenen Kanten) zusammen viel bezeichnender für die Genauigkeit, mit welcher die Form gemessen und festgestellt werden konnte.

	Gemessen:	Kr.[1]	n	$\pm d$	Berechnet:
$al = (100):(210) =$	$13^0 12\frac{1}{2}'$	1	2	$2\frac{1}{2}'$	$13^0 14' 37''$
$am = (100):(110)$	25 $11\frac{1}{2}$	2	3	$\frac{1}{2}$	25 12 23
$as = (100):(120)$	43 $15\frac{1}{2}$	2	5	$1\frac{1}{3}$	43 16 16
$ar = (100):(130)$	54 $42\frac{1}{2}$	1	3	$2\frac{1}{2}$	54 41 43
$sr = (120):(130)$	11 $25\frac{3}{4}$	2	2	$\frac{1}{4}$	11 25 27
$aq = (100):(140)$	61 $58\frac{3}{4}$	1	2	$1\frac{1}{4}$	62 1 34
$ab = (100):(010)$	89 $59\frac{1}{2}$	2	2	$1\frac{1}{2}$	90 0 0
$ac = (100):(001)$	90 $1\frac{3}{4}$	1	2	$\frac{3}{4}$	90 0 0
$ci = (001):(011)$	30 19	1	1	—	30 12 44
ax[2] $= (100):(101)$	38 57	4	10	$\frac{1}{2}$	38 57 1
ao[3] $= (100):(111)$	43 $5\frac{1}{2}$	3	17	$\frac{1}{2}$	43 5 18
oo[4] $= (111):(1\bar{1}1)$	40 $12\frac{1}{2}$	6	18	$1\frac{1}{4}$	40 12 40
$on = (111):(121)$	16 5	3	3	$1\frac{1}{4}$	16 6 11
$os = (111):(120)$	39 $52\frac{1}{2}$	1	2	$\frac{1}{4}$	39 52 54
$oi = (111):(011)$	46 56	1	1	—	46 54 42
$of = (111):(10.1.10)$	18 $3\frac{1}{2}$	1	1	—	18 0 33
$og = (111):(515)$	16 12	1	1	—	15 55 6
$oh = (111):(313)$	13 5	1	1	—	13 8 55
$op = (111):(232)$	8 35	1	1	—	8 39 55

1) Zahl der gemessenen Krystalle.
2) resp. $90^0 - \frac{1}{2} xx$.
3) resp. $90^0 - \frac{1}{2} oo$.
4) resp. $2\,ox$.

Axenverhältniss des brasilianischen und takowajaer Chrysoberyll. Da dieses Axenverhältniss der ceyloner Krystalle, in welchem *a* bis auf ± 0,0002 und *c* bis auf ± 0,0003 sicher ist, erheblich von dem Haidinger'schen und Miller'schen abweicht (s. S. 241), untersuchte ich darauf hin auch die in der k. bayer. Staatssammlung befindlichen brasilianischen und takowajaer Krystalle. Letztere waren sehr schlecht messbar, von den ersteren konnte ich jedoch zwei kleine herzförmige Zwillinge, drei einfache Krystalle und fünf Bruchstücke messen, an welch' letzteren meist die Prismenzone vorhanden ist. Die terminalen Flächen sind jedoch an diesen brasilianischen Krystallen nicht so gut ausgebildet, als es dem Zwecke entsprechend wünschenswerth wäre. Ein Helfer in der Noth war Herr G. Seligmann, durch dessen Güte ich aus seiner allbekannten schönen Sammlung zehn kleine brasilianische (zwei Zwillinge und acht einfache Krystalle) und 15 takowajaer Krystalle (meist kleine, aus zwei Individuen bestehende Zwillinge) untersuchen konnte, von welchen zu meiner Freude nicht nur die ersteren, sondern auch die letzteren relativ gut messbar waren. Ich erlaube mir auch an dieser Stelle Herrn G. Seligmann für diese seine Güte meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Beinahe sämmtliche erwähnten brasilianischen und takowajaer Krystalle sind klein (hirse- bis erbsengross) und zeigen mit gut entwickelten Flächen nur die, für diese Vorkommen schon bekannten einfachen Formen:

$a\{100\}$		$m\{110\}$
$b\{010\}$	$o\{111\}$	$u\{230\}$ [2]
	$n\{121\}$	$s\{120\}$
$i\{011\}$		$r\{130\}$
$x\{101\}$ [1]		

Ihr Habitus ist, der relativen Ausbildung dieser Formen entsprechend, ein wechselnder; diesbezüglich habe ich die Typen für die takowajaer in Fig. 5—8, für die brasilianischen in Fig. 9—14 construirt, da die meisten dieser Ausbildungsweisen noch nicht gezeichnet worden sind.

Aus den Messungen, welche ich an diesen Krystallen anstellte (Goniom. Fuess Nr. I), überzeugte ich mich, dass besonders an den brasilianischen Krystallen das Axenverhältniss innerhalb gewisser Grenzen schwankt, und zwar sind diese Grenzen für *a* 0,4705 und 0,4709, für *c* 0,5810 und 0,5835, aber in keinem Falle bekam ich Winkel, welche dem Haidinger'schen Axenverhältnisse entsprechen. Die aus den Messungen folgenden Mittelwerthe, sowie die besten Messungen stimmen mit den aus dem Axenverhältnisse der ceyloner Krystalle berechneten Werthen gut überein, so dass also dieses Axenverhältniss (0,4707 : 1 : 0,5823) auch den brasilianischen

1) Nur an einem brasilianischen Krystalle.

2) Nur an takowajaer Krystallen.

und den takowajaer Krystallen, also dem Chrysoberyll im Allgemeinen zukommt.

Chrysoberyll von Brasilien.

		Gemessen:	Kr.	n_1 [1]	$\pm d$	n_2 [2]	Berechnet:
am [3])	= (100):(110) =	25° 11½′	7	13	1′	4	25° 12′ 23″
as [3])	= (100):(120)	43 15¾	10	23	1	5	43 16 16
ar [3])	= (100):(130)	54 42⅓	13	37	1¼	6	54 41 43
ao [4])	= (100):(111)	43 5⅓	7	20	1½	5	43 5 18
oo [5])	= (111):(1$\bar{1}$1)	40 12⅔	8	18	2½	3	40 12 40
on	= (111):(121)	16 6	2	3	1	--	16 6 11
an	= (100):(121)	51 8¼	1	1	—	—	51 8 3
bi	= (010):(011)	59 49½	3	6	3½	—	59 47 16

Alexandrit von Takowaja.

		Gemessen:	Kr.	n_1	$\pm d$	n_2	Berechnet:
am	= (100):(110) =	25° 9½′	3	3	3′	2	25° 12′ 23″
au	= (100):(230)	35 10	5	5	6	1	35 13 26
as [3])	= (100):(120)	43 17¼	6	8	2½	—	43 16 16
ar [3])	= (100):(130)	54 42¼	4	6	8	—	54 41 43
ao [6])	= (100):(111)	43 4¼	8	22	2	2	43 5 18
oo [5])	= (111):(1$\bar{1}$1)	40 12	10	12	3	—	40 12 40

Ausser diesen Formen sind an den Alexandritkrystallen in der Prismenzone mit je einer schmalen, schlecht reflectirenden Fläche noch folgende Formen vorhanden, von welchen ich eine, und zwar {4.11.0}, auch an einem brasilianischen Krystalle gemessen habe.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(430) =	19° 22′	19° 26′ 40″
:(580)	36 49⅔	36 59 3
:(350)	38 5	38 6 51
:(590)	40 6	40 16 24
:(380)	51 16½	51 27 22
:(4.11.0)	52 34¾	52 18 45
:(3.10.0)	57 31¼	57 29 19
:(5.18.0)	59 13	59 27 13
:(4.15.0)	60 38½	60 28 1
:(1.17.0)	82 57¾	82 52 36

1) Zahl der gemessenen Kanten, aus deren Werthen das Mittel gebildet wurde.

2) Zahl derjenigen gemessenen Kanten, deren Werthe bei der Bildung des Mittels nicht berücksichtigt wurden.

3) resp. 90° — $(b : hk0)$.

4) resp. 90° — *oi*.

5) resp. 180° — 2*ob*.

6) resp. 90° — ½*oo*.

Diese letzteren Formen können der erwähnten Beschaffenheit nach nicht als sicher betrachtet werden.

Zwillingsgesetz. Nimmt man mit Kokscharow[1]) an, dass bei den aus mehreren Individuen bestehenden Verwachsungen — also auch hier bei den ceyloner Krystallen — {011} die Zwillingsebene sei und die Krystalle Durchwachsungen dreier Individuen, so müssen von den an der Zwillingsgrenze zusammenstossenden $o\underline{o}$-Flächenpaaren vier in je eine Ebene fallen und die übrigen zwei einspringende Winkel bilden. Auf Grund seiner Beobachtungen theilt Cathrein[2]) mit, dass das in eine Ebene Fallen der $o\underline{o}$-Flächen nirgends stattfinde. Ich habe ebenfalls zwei von den von ihm untersuchten Krystallen nochmals gemessen und erhielt auch an sämmtlichen Zwillingsgrenzen einspringende Winkel, welche allerdings in Folge der schlechten Beschaffenheit der Flächen stark differiren (zwischen 11′ und 35′, die besseren zwischen 21′ und 29′). Bei meinen ceyloner Krystallen bilden nun auch an sämmtlichen Zwillingsgrenzen die $o\underline{o}$-Flächen einspringende Winkel, welche sehr genau messbar sind, und diesen, sowie den übrigen gemessenen Zwillingswinkeln (siehe Tabelle) liegt nur eine Zwillingsebene zu Grunde, nämlich {031}, so dass Kokscharow's Annahme, welche auch noch in neuester Zeit von Jeremejeff angeführt wird, ganz wegzulassen ist und also für sämmtliche aus mehr als zwei Individuen bestehende Chrysoberyllverwachsungen {031} als Zwillingsebene angenommen werden muss, wie dies schon für die aus zwei Individuen bestehenden Zwillinge gilt, aber auch noch nicht durch gemessene Winkel sicher gestellt wurde. In folgender Tabelle sind die an einem brasilianischen (I), an den Seligmannschen kleinen takowajaer Krystallen (II), sowie die an den ceyloner Krystallen (III) gemessenen Zwillingswinkel zusammengestellt, durch welche also {031} als Zwillingsebene sowohl für die Zwillinge, als auch für die Viellinge definitiv festgestellt ist.

		Gemessen:	Kr.	n	$\pm d$	Berechnet:
(I)	$b\underline{b} = (010):(\underline{010})$ =	120° 27½′	1	1	—	120° 25′ 22″
(II)	$o\underline{o} = (111):(\underline{111})$	0 33¼	8	9	3′	0 34 44
(III)	$o\underline{o} = (111):(\underline{111})$	0 34¼	5	12	½	
(III)	$s\underline{o} = (120):(\underline{111})$	0 11	1	1	—	0 13 55
(III)	$i\underline{k} = (011):(\underline{021})$	19 55¼	1	1	—	19 59 1
(III)	$m\underline{l} = (110):(\underline{210})$	33 45	1	1	—	33 45 59
(III)	$l\underline{l} = (210):(\underline{210})$	22 53	1	1	—	22 56 39

Eine beträchtliche Differenz besteht hier nur für den Winkel $s\underline{o}$ (siehe Fig. 2); es sind hier beide Flächen etwas gestört, wie auch der nicht ganz regelmässige Verlauf der Zwillingsgrenze zeigt.

Es handelt sich nun um die Art der Verwachsung, ob die ceyloner

1) l. c. 2) l. c.

Krystalle Penetrations- oder Juxtapositionszwillinge seien. Im ersteren Falle werden vier der $o\underline{o}$-Flächen einspringende, die übrigen zwei ausspringende Winkel bilden, im letzteren müssen, wenn die Krystalle Sechslinge sind, fünf gleiche einspringende und ein ausspringender Winkel vorhanden sein. Zur genauen Entscheidung dieser Frage waren nun die ceyloner Krystalle insofern nicht geeignet, als sie, wie aus Fig. 1, 2 und 4 ersichtlich, nicht alle sechs Individuen enthalten, nur der erste schien die Frage zu lösen, da er (Fig. 1) zwei gegenüberliegende Individuen mit $x\{101\}$-Flächen enthält, welche also im Falle der Penetration mit der gemeinsamen $a\{100\}$-Fläche eine Zone bilden müssen. Am Goniometer stellte sich jedoch heraus, dass das kleine Individuum (Fig. 1 rechts) nicht ganz in orientirter Lage mit dem anstossenden Individuum verwachsen sei. Die Zone $[axc]$, welche bei der einen, sowie der anderen Art der Verwachsung, wenn sie regelmässig ist, vorhanden sein muss, besteht hier nicht; dies kleine Individuum ist also um seine c-Axe etwas gedreht.

Zur Entscheidung der Frage half jedoch auf demselben ersten Krystall die Streifung auf seiner grösseren a-Fläche (Fig. 1). Mit dem Mikroskope sieht man nämlich, dass in der unteren Ecke, wo die Zwillingsgrenzen zusammenstossen, wenn auch theilweise mit kleinen Theilen, alle sechs Individuen vorhanden sind (Fig. 3). Die Streifung auf dieser Fläche ist, wie ich schon erwähnte, sehr fein und die den einzelnen Individuen angehörigen Theile der a-Fläche fallen bis auf $\frac{1}{2}$—$1\frac{1}{2}$ Minute in eine Ebene, bloss zwischen dem dem eben erwähnten kleinen Individuum gehörigen Theile und dem benachbarten ist die Differenz volle drei Minuten, was aber auch auf die Messung der ebenen Winkel der Streifung einen sehr kleinen Einfluss hat. Mit Hülfe des Objectiv-Illuminators und des Kreuzschlittentisches habe ich diese Messung vorgenommen, nachdem ich mich überzeugt habe, dass sich die Kreuzschlittenschrauben parallel verschieben. Bezeichnet man die einzelnen Streifensysteme, welche ja die Richtung der c-Axen angeben, mit $c_1 c_2 \ldots c_6$ (Fig. 3), so sind die Messungen als Mittel von acht bis zehn Ablesungen (Einstellbarkeit 30′)

			für Juxtaposition berechnet:
	$c_1 c_4$ =	178° 30′	178° 44′
	$c_2 c_5$ =	178 20	
	$c_3 c_6$ =	178 30	
und	$c_1 c_2$ =	59 20	59 34½
	$c_2 c_3$ =	59 14	
	$c_3 c_4$ =	60 16	
	$c_4 c_5$ =	60 10	
	$c_5 c_6$ =	59 30	
	$c_6 c_1$ =	61 36	62 7

also kann man, was schon aus der goniometrischen Messung wahrscheinlich ist (da nämlich keine ausspringenden Winkel beobachtet wurden), mit Sicherheit annehmen, dass dieser Krystall und somit auch die anderen ceyloner Krystalle Juxtapositionszwillinge sind.

Ich versuchte auf dieselbe Weise diese Frage auch für die Alexandrite und für die amerikanischen Chrysoberylle zu lösen, doch ist auf allen diesen die Streifung auf den a-Flächen zu grob, als dass sie genau messbar wäre.

Brechungsindices. Die Hauptbrechungsindices der ceyloner Chrysoberylle gedachte ich mit dem Abbe'schen Krystallrefractometer zu bestimmen. Die Lichtbrechung des Chrysoberyll ist jedoch eine so hohe, dass sie von der Lichtbrechung des Baryumquecksilberjodid, der am stärksten lichtbrechenden Flüssigkeit, welche bei dem Apparate im Allgemeinen angewendet wird, nur wenig verschieden ist. In Folge dessen waren die Grenzen an einer geschliffenen Platte und an natürlichen Krystallflächen mit dem vergrössernden Fernrohre kaum wahrnehmbar, und bei Anwendung des verkleinernden Fernrohres traten die Interferenzstreifen, welche die von der Flüssigkeit herrührende Grenze der Totalreflexion immer begleiten, derart störend hervor, dass ich von der Bestimmung der Brechungsexponenten mit dem Abbe'schen Apparate — eventuell bis zum Auffinden einer geeigneten stärker brechenden Flüssigkeit — absah und sie an zwei, aus zwei Krystallbruchstücken von der Firma Voigt & Hochgesang geschliffenen Prismen bestimmte (Goniometer I). An dem einen war die Basis, an dem anderen die $\{100\}$-Fläche die Eintrittsfläche des Lichtes. Am ersteren waren neben der angeschliffenen Basis noch (111), $(1\bar{1}1)$ und (101) gut ausgebildet, diese dienten zur Controle des fertigen Prisma. Es wurde daran gemessen:

$$\left.\begin{array}{ll}(001):(111) = & 54^0 14' \\ (001):(1\bar{1}1) & 53\ 58\end{array}\right\} \text{anstatt} \quad 53^0 49\tfrac{1}{4}'$$
$$(001):(101) \quad 51\ 22 \qquad - \qquad 51\ \ 3$$

also die Abweichung der angeschliffenen und polirten $\{001\}$-Fläche so gering, dass sie vernachlässigt werden konnte. Bei Messungen an verschiedenen Stellen des Prisma mit Abdeckung der anderen Stellen erhielt ich Werthe, welche um 4—5 Einheiten der vierten Decimale von einander abweichen, also übt wahrscheinlich auch hier das Pigment einen Einfluss auf die Grösse der Lichtbrechung aus, wie dies besonders in neuerer Zeit Hlawatsch für Sillimanit, Rauchquarz und Fluorit angiebt[1]) und von dem ich mich auch beim Spinell von Ceylon überzeugte (S. 262). Die weiter unten mitgetheilten Werthe, welche bis auf $\pm 0{,}0002$ genau sind und sich auf die mittleren Theile des Prisma beziehen, sind also nur als Mittelwerthe zu betrachten.

---

1) Diese Zeitschr. **27**, 605.

Das zweite Prisma war beträchtlich kleiner als das erste und die damit bestimmten Brechungsindices sind — wie dies die öfters wiederholten Messungen zeigten — nicht so genau (Sicherheit $\pm 0,0005$), wie die vom ersten Prisma. Es waren nämlich an dem Bruchstücke keine Controlflächen vorhanden und darum wurde die Eintrittsfläche $a\{100\}$ in ihrer ursprünglichen, etwas gestreiften Beschaffenheit gelassen.

Da dieses zweite Prisma für β erheblich höhere Werthe gab, als das erste und die Differenzen ausserhalb der Fehlergrenzen liegen, habe ich noch an dem grossen ceyloner Krystalle (Fig. 1 und 2) β und an dem einen brasilianischen Zwillinge γ für *Na*-Licht gemessen mittelst der natürlichen Flächen (100) und ($\bar{1}01$), resp. (100) und ($\bar{1}10$). In folgender Tabelle habe ich die Messungen, die aus ihnen berechneten Brechungsexponenten, sowie die von Des Cloizeaux[1]) ebenfalls an Prismen erhaltenen Werthe zu-

	Brech.-Winkel:	Lichtart:	$\delta_{\text{min.}}$ resp. δ	γ	β	α
Grösseres Prisma	26°41′27″±5″		↕ 20°41′10″±18″			
		Li	↕ 24 44 18 ± 3	1,7487	1,7431	1,7406
			↔ 24 50 35 ± 2			
			↕ 20 47 46 ±12			
		Na	↕ 24 53 20 ±10	1,7530	1,7470	1,7443
			↔ 25 0 2 ± 6			
			↕ 20 53 14 ± 5			
		Tl	↕ 25 0 53 ±23	1,7566	1,7503	1,7474
			↔ 25 8 29 ± 4			
Kleineres Prisma	27 29 0 ±30		↕ 21 40 28 ±36			
		Li	↕ 26 24 10 ±22	1,7508	1,7449	1,7419
			↔ 26 9 10 ±40			
			↕ 21 48 20 ±14			
		Na	↕ 26 35 20 ±20	1,7550	1,7492	1,7462
			↔ 26 20 30 ± 9			
			↕ 21 54 28 ±21			
		Tl	↕ 26 45 30 ± 5	1,7586	1,7530	1,7501
			↔ 26 30 50 ±32			
Krystall von Ceylon	38 57 0 ±18	*Na*	↕ 32 19 30 ± 8	—	1,7476	—
Kryst. von Brasilien	25 13 28 ±12	*Na*	↕ 19 55 37 ± 5	1,7582	—	—
Des Cloizeaux Kryst. v. Brasilien	—	Gelb	—	1,7565	1,7484	1,7470

[1]) l. c.

sammengestellt, wobei die Werthe γ für das grössere Prisma und α für das kleinere aus den gemessenen Winkeln $2H_a$ resp. $2H_o$ (s. folg. S.) berechnet wurden.

Die Brechungsindices des Chrysoberyll sind also auch für Krystalle ein und desselben Vorkommens ziemlich verschieden; die Ursache hiervon kann eventuell der etwas verschiedene Eisengehalt sein, oder vielleicht die etwas verschiedene Färbung. Das kleinere Prisma, sowie der brasilianische Krystall geben nämlich die höheren Brechungsindices und sind auch bedeutend lichter gefärbt, als das grössere Prisma, welches eine bräunlichgrüne, und der grosse Krystall von Ceylon, welcher eine tief gelblichgrüne Färbung hat. Bemerkenswerth ist noch, dass die Stärke der Doppelbrechung für beide Prismen — trotz der Verschiedenheit der Lichtbrechung — ziemlich genau dieselbe ist, nämlich für *Na*-Licht:

$$\gamma - \beta = 0,006$$
$$\beta - \alpha = 0,003$$

Des Cloizeaux' Werthe stimmen mit diesen Grössen der Doppelbrechung nicht überein, was aber leicht daraus erklärlich ist, dass er seine Werthe mittelst drei Prismen erhielt, welche sehr wahrscheinlich nicht aus ein und demselben Krystalle geschliffen wurden.

Winkel der optischen Axen. Der Winkel der optischen Axen wurde an den erwähnten zwei Prismen und an einer geschliffenen Platte gemessen, deren Normale in der Axenebene von der ersten Mittellinie nur um 1°, in der dazu senkrechten Richtung noch weniger abwich. Die Eintauchungsflüssigkeit war Monobromnaphtalin, dessen Brechungsindex für *Na*- und *Tl*-Licht mittelst eines Hohlprisma bestimmt wurde.

Brech. Winkel:	Lichtart:	$\delta_{min.}$	Temperatur:	Daraus n
59° 11′ 8″ ± 3″	*Li*	49° 53′ 42″ ± 12″	20° C.	1,6494
	Na	50 50 10 ± 5	20⅓ C.	1,6590

Hieraus berechnet sich n_{Tl} für 20° C. nach den in den Landolt-Börnstein'schen Tabellen enthaltenen Daten graphisch zu 1,6693 (diese graphische Berechnung ist hier zuverlässig genug, da eine Differenz von 0,0002 im n des Monobromnaphtalin erst $\frac{1}{4}'$ in V_a ausmacht). Aus diesen Werthen habe ich mittelst des bekannten Temperaturcoëfficienten des Monobromnaphtalin [1]) seine Brechungsexponenten für die verschiedenen Temperaturen umgerechnet, bei welchen die Messung der Axenwinkel geschah. Vor jeder Messung wurde das Glasgefäss mittelst des beleuchteten Fadenkreuzes senkrecht zur Fernrohraxe gestellt und die Temperatur vor und nach der Messung abgelesen. Die im monochromatischen Lichte (*Li*, [2]) *Na*, *Tl*)

---

1) Siehe Zimányi, diese Zeitschr. **22**, 324.

2) Für *Li*-Licht wurde mit Alkoholäther gereinigtes Li_2SO_4 verwendet.

gemessenen Winkel waren durchwegs um 5′—10′ grösser, als die mit dem eingewertheten Spectralbeleuchtungsapparate erhaltenen.

		Lichtart:	$2H_a$ resp. H_o	Temperatur:	Daraus $2V_a$
Grösseres Prisma	Monochr. Licht	*Li*	71° 55′	18¾° C.	
		Na	72 3	18¼	
		Tl	72 19	21	(*Li*) 67° 29¼′
	Spectr.-Coll.	*Li*	71 46	16¾	(*Na*) 67 52½
		Na	71 52	16¾	(*Tl*) 68 26
		Tl	72 9	16¾	
Kleineres Prisma	Spectr.-Coll.	*Li*	119 0	17¾	70 50
		Na	117 55	17½	71 12¾
		Tl	116 30½	17½	71 44¾

An der Platte wurde mit Einstellung der Plattennormale H_{a_1} und H_{a_2} gemessen und zwar:

	Lichtart:	H_{a_1}	H_{a_2}	Temperatur:
Spectr.-Coll.	*Li*	37° 3′	34° 50′	18½° C.
	Na	37 11	34 56	19
	Tl	37 16	35 2	19

Des Cloizeaux[1]) fand, wie schon erwähnt, den Winkel der optischen Axen für Luft sehr verschieden, sogar in den mittleren und randlichen Theilen ein und derselben Platte, und zwar für verschiedene Platten innerhalb der Grenzen 72°—125°, für homogene Platten 85°. Nach seinen Beobachtungen liegen sogar in einzelnen Platten die optischen Axen für einzelne Theile des Spectrums in einer zur gewöhnlichen senkrechten Ebene. Mallard[2]) fand, dass solche abnormale Platten durch Erwärmung optisch normal werden.

Sillimanit von Ceylon.

Bestimmung. Unter dem Material von Ceylon (S. 236) befand sich auch ein ca. 4 mm breiter, langprismatischer, durchsichtiger Krystall von graulich-blauer Farbe mit vorzüglicher Spaltbarkeit nach einer Ebene. Letztere, sodann seine Härte (6¾), sowie sein specifisches Gewicht, welches mit der hydrostatischen Wage durch drei Bestimmungen zu 3,250, 3,243 und 3,248 und mit der Westphal'schen Wage in Methylenjodid zu 3,249 bestimmt wurde, deuteten auf Sillimanit. Damit stimmte auch der Prismenwinkel überein (mit Schimmermessung gemessen (110)[3]) : (100) (Spaltungs-

1) Sur l'emploi des propr. opt. **1**, 59 und **2**, 28.
2) Ref. diese Zeitschr. **9**, 404.
3) Axenverhältniss von Groth (Tabell. Uebersicht 4. Aufl., 115).

fläche) 45° 12′), sowie die auf den Prismenflächen vorhandene, den Prismenkanten parallele starke Riefung, welche auch an mikroskopischen Sillimanitkrystallen bemerkbar ist. Die terminalen Flächen konnten leider, weil zu gerundet, nicht gemessen werden; dieselben waren auffallend hemimorph ausgebildet, jedoch zeigte sich beim Bestäuben der Krystalle keine Polarität der verticalen Axe.

Um die optische Orientirung zu ermitteln, wurde der Krystall in bis zu seiner Lichtbrechung verdünnter Thoulet'scher Lösung mit dem Klein-schen grossen Drehapparate und mit dem Groth'schen als Axenwinkelapparat eingerichteten Polarisationsinstrumente untersucht. Das Resultat deutete ebenfalls auf Sillimanit. Es zeigte sich, dass es ein optisch zweiaxiger Krystall sei, mit der Spaltungsfläche paralleler Axenebene, kleinem Axenwinkel und der Prismenzone paralleler erster Mittellinie.

Nun wurde durch die Firma Steeg & Reuter aus der Mitte des Krystalles senkrecht zur Längsrichtung eine ca. $2\frac{1}{2}$ mm dicke Platte herausgeschnitten und polirt. Dieselbe zeigte ein schönes Axenbild mit deutlicher Dispersion: $\varrho > v$. An dieser vollkommen durchsichtigen und homogenen Platte wurden sodann die Axenwinkel und die Brechungsexponenten für *Li*-, *Na*- und *Tl*-Licht bestimmt, und diese stellten es über allen Zweifel, dass es sich hier um Sillimanit handelte.

Die Resultate sind, in Anbetracht dessen, dass dieser Krystall höchstwahrscheinlich das beste Material ist, was je von diesem Minerale optisch untersucht wurde, ein wichtiger Beitrag zur Kenntniss des Sillimanit.

Bevor wir jedoch zu den Messungen und den Resultaten übergehen, muss ich kurz erwähnen, wie das Abbe'sche Krystallrefractometer, mit dem die Brechungsindices bestimmt wurden, eingewerthet wurde.

Einwerthung des Abbe'schen Krystallrefractometers. Nachdem ich mich mit dem Apparate auf Grund der über ihn existirenden Literatur vertraut gemacht und mich überzeugt hatte, dass sich die Halbkugel um ihre Symmetrieaxe drehe und die Planfläche zu ihr senkrecht stehe, stellte ich Messungen an einem kleinen Glasprisma an, dessen Brechungsexponenten mit dem Goniometer bestimmt wurden, sowie an Kalkspathspaltungsstückchen und zwei tadellosen kleinen Quarzkrystallen. Die erhaltenen Brechungsexponenten waren sämmtlich kleiner, als die bestimmten resp. bekannten, und zwar durchschnittlich um 0,0004. Dies deutet darauf hin, dass der Mittelpunkt der Halbkugel tiefer liegt, als der Schnittpunkt ihrer Rotationsaxe mit der Fernrohraxe und der Axe des verticalen Theilkreises. Dementsprechend erhielt ich auch für *N* der Halbkugel durch Ablesung der Grenzwinkel gegen Luft grössere Werthe, als die von Pulfrich[1]) und Viola[2])

1) Diese Zeitschr. **30**, 575.
2) Diese Zeitschr. **32**, 314.

angegebenen. Diese verticale Verschiebung der Halbkugel und die dadurch bedingten Correctionen der berechneten Brechungsindices lassen sich jedoch nach der von Czapski[1]) gegebenen Formel berechnen, und kommen überdies bei Anwendung der von Viola[2]) vorgeschlagenen Differenzmethode gar nicht in Betracht. Um letztere in allen Fällen anwenden zu können, hatte Herr Prof. Groth die Liebenswürdigkeit, bei der Firma C. Zeiss eine Serie von zehn Glasprismen von verschiedener Lichtbrechung zu bestellen, welche von der Firma in der allbekannten Vollkommenheit geliefert wurden. Mit Hülfe des schon erwähnten kleinen Glasprismas und zweier dieser Zeiss'schen Glasprismen wurde nun zunächst, um die Brechungsindices der Halbkugel für Li- und Tl-Licht zu ermitteln, nach der erwähnten Czapski'schen Formel

$$n = n' \left\{1 + \frac{e}{r} \frac{N-1}{N} \cos w'\right\}$$

die Verschiebung der Glaskugel berechnet. Die Messungen (Mittel von zwei Bestimmungen mit je 6—8 Ablesungen) geschahen mit dem vorher rectificirten grossen Goniometer (Nr. I) und auf dem Abbe'schen Apparate, um die Abweichung des Nullpunktes zu eliminiren, mit Ablesungen rechts und links.

Kleines Glasprisma:

Brech.-Winkel:	$\delta_{min.}$ für Na-Licht:	Daraus n_{Na}	w' (am Abbe-App.):	Dar. n'_{Na}[3])
44° 42′ 40″ ± 8″	25° 50′ 43″ ± 7″	1,5184(5)	53° 25′ 20″ ± 5″	1,5180(8)
Zeiss'sches Prisma Nr. 604:				
49° 59′ 34″ ± 9″	39° 56′ 16″ ± 5″	1,6723(6)	62° 11′ 3″ ± 4″	1,6719(7)
Zeiss'sches Prisma Nr. 303:				
49° 59′ 20″ ± 7″	43° 17′ 3″ ± 4″	1,7206(2)	65° 30′ 17″ ± 3″	1,7202(6)

Daraus berechnet sich die Verschiebung der Halbkugel zu 0,02 mm und somit die Correctionen

für $n =$ 1,0—1,1	1,2—1,5	1,6	1,7
0,0004	0,00045	0,0004	0,00035

Die Grenzwinkel der Halbkugel gegen Luft waren:

$$w_{Li} = 32^{\circ} 10' 39''$$
$$w_{Na} = 31\ \ 55\ \ 42$$
$$w_{Tl} = 31\ \ 41\ \ 30$$

1) N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. Beil.-Bd. **7**, 199.

2) Diese Zeitschr. **30**, 438 und **32**, 311.

3) Für N wurde in der Formel nach Pulfrich und Viola (l. c.) 1,8904 angenommen.

Daraus folgt:

$$N_{Li} = 1,8777(8)$$
$$N_{Na} = 1,8908(7)$$
$$N_{Tl} = 1,9035(0)$$

Aus der berechneten Verschiebung folgt jedoch, dass diese Werthe folgende sein müssen:

$$\begin{aligned} N_{Li} &= 1,8770(4) \\ N_{Na} &= 1,8901(3) \\ N_{Tl} &= 1,9027(6) \end{aligned} \qquad \text{(I)}$$

Nimmt man nun als Mittel aus den Riedel-Pulfrich'schen und Viola'schen Werthen[1]):

$$N_C = 1,8794$$
$$N_{Na} = 1,8904$$
$$N_F = 1,9194$$

so folgt aus diesen nach der dreigliederigen Cauchy'schen Dispersionsformel:

$$\begin{aligned} N_{Li} &= 1,8775(0) \\ N_{Tl} &= 1,9031(5) \end{aligned} \qquad \text{(II)}$$

Ich habe nun bei meinen Bestimmungen als wahrscheinliche Werthe die Mittel von den zwei Reihen (I und II) genommen, nämlich:

$$N_{Li} = \mathbf{1,8773}$$
$$N_{Na} = \mathbf{1,8903}$$
$$N_{Tl} = \mathbf{1,9029}$$

Brechungsindices des Sillimanit von Ceylon. Die aus der Mitte des Krystalles herausgeschnittene Platte zeigte im Polarisationsinstrumente die erste Mittellinie nicht genau senkrecht zur Platte. Die zwei polirten Flächen waren nahezu parallel (Differenz $5\frac{1}{2}'$), doch bildeten sie mit den Spaltungsflächen keine rechten Winkel, sondern im Mittel $\frac{1}{2}^0$ davon verschiedene. Auch in der Ebene der optischen Axen zeigte sich im Polarisationsinstrumente eine kleine Abweichung.

Bei der Bestimmung der Brechungsexponenten vernachlässigte ich anfangs diese jedenfalls geringe, doch zu berücksichtigende Abweichung der Platte, und justirte die Combinationskante der einen angeschliffenen Fläche mit der einen Spaltungsfläche. Da sich jedoch sodann bei der Messung des Axenwinkels herausstellte, dass die Abweichung der Platte auch in der Ebene der optischen Axen merklich sei, wiederholte ich die Messungen auf dem Abbe'schen Apparate, stellte für *Na*-Licht durch Ablesungen von 15^0 zu 15^0, und in der Nähe der optischen Hauptschnitte von 3^0 zu 3^0 die Maxima und Minima der Grenzcurven fest und las dann in diesen Stellungen

---

1) l. c.

im *Li*- und *Tl*-Licht ab. Nach Beendigung der Messungen wurde sodann ein Zeiss'sches Vergleichsprisma in fünf, von einander um 90° abstehenden Stellungen des Horizontalkreises gemessen. Die nun erhaltenen Brechungsindices stimmen mit den früher erhaltenen bis auf eine Einheit der vierten Decimale überein. Der Grenzwinkel für β wurde in *Na*-Licht, ausserdem an einem von der geschliffenen Platte abgespaltenen vorzüglichen Spaltungsblättchen gemessen[1]).

Es waren:

Lichtart:	Maxima und Minima der Grenzcurven:			Grenzw. des Prismas (Nr. 604):
Na	↕ 62° 29′ 45″ u. 62° 29′ 10″ ↔	{61° 16′ 42″ / 61 16 22	u. 61° 11′ 2″	62° 13′ 0″
Li	63 0 40	61 46 20	61 40 40	62 30 22
Tl	61 58 50	60 47 12	60 42 0	61 54 50

Brech.-Winkel d. Primas:	δ_{min} d. Prismas:	Daraus n
	(*Li*) 39° 27′ 48″ ± 7″	1,6654 (2)
49° 59′ 34″ ± 9″	(*Na*) 39 56 16 ± 5	1,6723 (6)
	(*Tl*) 40 23 42 ± 3	1,6790 (4)

Daraus folgt für die Sillimanit-Platte:

Lichtart:	γ	β	α
Li	1,6730	1,6542	1,6527
Na	1,6766	1,65765	1,6562
Tl	1,6801	1,6611	1,6597

Diese Daten sind, wie aus den zwei Messungen für *Na*-Licht ersichtlich ist und wie die Uebereinstimmung mit den früher erhaltenen Zahlen zeigt, für *Na*-Licht bis auf ± 0,0001 sicher, für *Li*- und *Tl*-Licht erachte ich sie jedoch, der relativ weniger genauen Einstellung wegen, nur bis auf ± 0,0002 genau.

Zum Vergleiche stelle ich im Folgenden die von Sillimaniten verschiedener Fundorte bekannten Hauptbrechungsindices zusammen:

Vorkommen:	Lichtart:	γ	β	α	Beobachter und Methode:
Saybrook	roth	—	1,660	—	Des Cloizeaux[2])
	eosin	1,6788	—	1,6574	Wülfing[3]) (ein Prisma)
-	*Na*	1,6818	1,6678 (berechnet)	1,6603	
	Tl	—	—	1,6639	
-	*Na*	1,6770	1,6583	1,6570	Zimányi[4]) (Kohlrausch'sches Totalrefl.)

1) Bei der Messung von Spaltungsblättchen ist selbstverständlich darauf zu achten, dass dieselben die Planfläche der Halbkugel nicht verletzen. Sind die Spaltungsblättchen dünn, so ist es rathsam, einen möglichst minimalen Flüssigkeitstropfen anzuwenden, weil sonst die Lage des Blättchens darauf anfangs nicht constant ist.

2) Nouv. recherch. Inst. France 1867, **18**, 602.

3) Rosenbusch, Mikr. Physiogr. 3. Aufl., 438.

4) Diese Zeitschr. **22**, 340.

Vorkommen:	Lichtart:	γ	β	α	Beobachter und Methode:
Morlaix	*Na*	1,680	1,661	1,659	Lacroix[1]) (Bertrand'sches Refr.
Kingsfort (Ceylon)	*Na*	1,678	1,659	1,658	Lacroix[2]) (Totalreflexion)

In neuester Zeit hat Hlawatsch[3]) die Brechungsindices des Sillimanit von Saybrook wieder bestimmt und zwar gefunden, dass dunkler gefärbte Prismen resp. so gefärbte Stellen an einem Prisma dieses Minerals, sowie von Rauchquarz und Fluorit eine erheblich kleinere Lichtbrechung besitzen, als lichter gefärbte resp. die lichter gefärbten Stellen. Er fand $\alpha = 1,6549$ bis 1,6625 und $\gamma = 1,6773$ bis 1,6839[4]).

Der von mir untersuchte Krystall hat also nicht, wie wegen seiner Durchsichtigkeit zu erwarten wäre, die grösste, sondern die kleinste Lichtbrechung von allen bisher untersuchten Vorkommen, was vielleicht vom blauen Pigment desselben herrührt, obwohl dasselbe in so fein vertheiltem Zustande in der Platte vorhanden ist, dass es ihre Durchsichtigkeit keineswegs beeinträchtigt und dass an Spaltungsblättchen schon gar nichts davon bemerkbar ist.

Axenwinkel. Sie wurden an der erwähnten Platte für *Li*-, *Na*- und *Tl*-Licht in Luft bestimmt (grosser Axenwinkelapparat von Fuess). Wegen der erwähnten Abweichung der Platte wurde nicht $2E$, sondern mit Einstellung der Plattennormale E_1 und E_2 gemessen, und zwar:

Lichtart:	E_1	E_2	Daraus $2V_a$	$2V_a$ aus α, β und γ
Li	25° 9′	27°54′	31°19′	31°48¾′
Na	24 52½	27 38	30 57	31 11½
Tl	24 37	27 22	30 35¼	30 38½

Die Uebereinstimmung zwischen den letzten zwei Reihen ist in Anbetracht dessen, dass beim Sillimanit eine kleine Aenderung der Brechungsindices auf den Axenwinkel besonders grossen Einfluss hat, eine befriedigende.

Zum Vergleiche theile ich im Folgenden die am Sillimanit bisher gemessenen Axenwinkel mit:

Vorkommen:	Lichtart:	$2E_a$	$2V_a$	Beobachter:
Saybrook	roth	43° 9′	—	Des Cloizeaux
	gelb	42 30	—	(Nouv. rech. Mém. Inst. Fr.
	blau	38 41	—	1867, **18**, 602)

---

1) Compt. rend. 1888, **106**, 777. Ref. diese Zeitschr. **18**, 324.

2) Bull. soc. min. 1889, **12**, 291. Ref. diese Zeitschr. **20**, 290.

3) Diese Zeitschr. **27**, 605.

4) Diese Angaben beziehen sich wahrscheinlich auf *Na*-Licht. Angegeben ist es im Texte nicht.

Vorkommen:	Lichtart:	$2E_a$	$2V_a$	Beobachter:
Bamle	roth	37 55	—	Des Cloizeaux l. c.
	grün	33 50	—	-
	violett	28 20	—	-
Morlaix	gelb	—	26°	Lacroix (Bull. soc. min. 1888, **11**, 151)

Pleochroïsmus. Zum Schlusse will ich noch den auffallend starken Pleochroïsmus dieses ceyloner Sillimanitkrystalles erwähnen. Es ist seine Körperfarbe

für Schwingungen ‖ 𝔠 (= c) tiefblau mit schwachem violettem Ton,
‖ 𝔞 (= b) blassgelb bis bräunlichgelb,
‖ 𝔟 (= a) schwach grün bis graugrün.

Die Intensität dieser Farben wechselt stark mit der Dicke; an ganz dünnen Spaltungsblättchen ist kaum mehr ein Farbenunterschied bemerkbar.

Blauer Spinell von Ceylon.

Der durchsichtige blaue Spinell von Ceylon wurde in der Literatur von Bauer[1]) beschrieben. Er untersuchte zwei Krystalle ({111} {110}) und mehrere geschliffene Steine und theilt auch die an letzteren gemessenen Brechungsindices mit. An dem mir vorliegenden schönen Materiale (über dessen Vorkommen s. S. 234) konnten einige weitere Daten über dieses Vorkommen festgestellt werden.

Es bestand aus fünf ringsum ausgebildeten, ca. 8 mm grossen Krystallen, etlichen sechs Krystallen, welche theilweise Bruchstücke waren, jedoch alle mit meist vollkommen spiegelnden Flächen, und einem geschliffenen Steine. Die Krystalle sind Combinationen von {110} und {111}, meist ersteres vorherrschend. Beide Formen kommen oft ausgezeichnet alternirend vor. Die Kanten des Rhombendodekaëders erscheinen, oberflächlich betrachtet, wie durch ein wenig gekrümmte Flächen von {211} schmal abgestumpft, doch das Goniometer zeigte, dass dieselben aus kleinen Flächen von mehreren anderen Ikositetraëdern und Achtundvierzigflächnern bestehen. Von der Bestimmung der letzteren, sowie anderer kleiner Achtundvierzigflächner, welche an den {111}-Flächen liegen, musste ich der Kleinheit dieser Flächen wegen absehen, da dies bei einkreisiger Messung zu mühevoll gewesen wäre; die ersteren liegen an den gemessenen drei Krystallen zwischen {211} und {311} und sind in dieser Strecke beinahe regelmässig vertheilt. Die zu {111} unter je mehreren Indicidenzwinkeln gemessenen Winkel dieser Ikositetraëder führen jedoch nicht auf Formen mit einfachen Parametern, weshalb ich sie auch nicht mittheile.

1) N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1895, **1**, 281. Ref. diese Zeitschr. **28**, 618.

Als einfache Form habe ich in dieser Zone nur die für die ganze Spinellgruppe so charakteristische Form {311}, welche mit zwar recht kleinen, aber gut spiegelnden Flächen vorhanden ist:

	Gemessen:	Kr.	n	$\pm d$	Berechnet:
(311):(111) =	29° 30¼′	2	5	1′	29° 29′ 46″

Es kommen ferner noch in diesen Zonen zwischen {111} und {110} unvollkommene Flächen von Triakisoktaëdern vor, welche auch an der alternirenden Streifung der beiden Formen Theil nehmen. Auch hier folgen aus den gemessenen Winkeln keine einfachen Formen; die meisten dieser Flächenelemente liegen in der Nähe von {10.10.1}.

Zwillinge oder Zwillingsstreifung wurde an keinem Krystalle beobachtet.

Zur Bestimmung der Brechungsindices untersuchte ich den geschliffenen Stein und zwei Krystalle mit dem Abbe'schen Krystallrefractometer. Da ich jedoch von diesen in *Li*-Licht wegen der starken Absorption keine einstellbaren Grenzen bekam, wurde auch ein aus einem flachen Bruchstücke von der Firma C. A. Steinheil geschliffenes Prisma gemessen (Goniometer Fuess Nr. I). Der brechende Winkel wurde bei der ersten Bestimmung zu 11° 17′ 30″, bei der zweiten zu 11° 17′ 23″ gemessen, die Ablenkungen wurden bei beiden Bestimmungen für den mittleren Theil des Prismas gemessen.

Lichtart:	Bestimmung 1:	Bestimmung 2:
Li	8° 8′ 26″	8° 8′ 12″
	8 8 17	8 8 8
Na	8 10 43	8 10 30
	8 10 50	8 10 42
Tl	8 13 20	8 13 9
	8 13 12	8 13 42

Daraus folgt:

$$n_{Li} = 1,7153 \pm 0,0002$$
$$n_{Na} = 1,7188 \pm 0,0001$$
$$n_{Tl} = 1,7227 \pm 0,0002$$

Zum Vergleiche hier einige schon bekannte Daten über ceyloner Spinelle[1]) (P. = Prismenmethode, T. = Totalreflexion).

	Lichtart:	n	Beobachter:	n	Beobachter:
Rother	*Li*	1,7121	Des Cloizeaux		Zimányi
Spinell	*D*	1,7155	(Nouv. rech. 203)	1,7167	(diese Zeitschr. 22, 328)
	blau	1,726	(P.)		(T.)

1) Ich theile hier die Daten von Bauer und Busz nur mit drei Decimalen mit, da sie sich nicht auf Licht von bestimmter Wellenlänge beziehen.

	Lichtart:	n	Beobachter:	n	Beobachter:
Blauer	roth	1,717	Bauer	1,721	Busz
Spinell	gelb	1,720	(N. Jahrb. 1895, **1**, 281)	1,726	(N. Jahrb. 1895, **1**, 281)
	grün	1,724	(P.)	1,732	(P.)
	blau	1,727		—	

Man sieht schon hieraus, dass die Lichtbrechung auch der gleichartig gefärbten Spinelle bedeutend variirt. Dasselbe zeigte sich nun, als ich mein Material mit dem Abbe'schen Apparate untersuchte. Die Grenzwinkel wurden bei fünf von einander um 90° abstehenden Stellungen des Horizontalkreises, mit Fernrohrstellung rechts und links abgelesen und daraus mit Anwendung der für den Apparat ermittelten Correction (s. S. 255) die Brechungsindices berechnet:

	ω_{Na}	Daraus n_{Na}
Prisma	65° 21′ 30″	1,7185
Geschliffener Stein	65 22 0	1,7186
Krystall 1	65 23 50	1,7190
- 2	65 27 50	1,7200

Die Grenzlinien waren trotz der vorzüglichen Beschaffenheit der untersuchten Flächen nicht besonders scharf, doch immerhin bis auf 1′ einstellbar, so dass obige Werthe bis auf ± 0,0002 sicher sind. Bei Krystall 2 erhielt ich jedoch beim Verschieben der Fläche auf der Halbkugel vom obigen Grenzwinkel bis auf $1\frac{1}{2}$ Minute abweichende Resultate. Diese letztere Beobachtung, im Zusammenhange damit, dass, wie gesagt, die Grenzcurven etwas verwaschen waren, deutet darauf hin, dass die Verschiedenheit der Lichtbrechung der Spinellkrystalle durch die etwas ungleiche Vertheilung des Pigments verursacht wird, wie dies besonders in letzterer Zeit Hlawatsch[1]) für Sillimanit, Rauchquarz und Fluorit angiebt.

Zur Entscheidung, ob dem hier wirklich so sei, untersuchte ich nun das geschliffene Prisma nochmals; es schien dazu geeignet, da es vorzüglich geschliffen ist und die Pigmentirung im dickeren Theile etwas stärker ist, als es der Dicke nach hätte sein sollen. Es wurde nun erst im dünneren, dann im dickeren Theile durch Verdeckung der übrigen und der randlichen Partien eine ca. 9 mm² grosse runde Oeffnung gelassen und dann α und δ_{min} sorgfältig gemessen. Die Reflexe, sowie die Bilder des abgelenkten Strahles waren tadellos; der brechende Winkel für den dickeren Theil nicht, wie zu erwarten, kleiner, sondern etwas grösser (dass dies wirklich so ist, davon überzeugte ich mich durch wiederholte Messung, man kann es übrigens auch gut mit einer ebenen Glasplatte durch Beobachtung der Interferenzfarben sehen).

1) Diese Zeitschr. **27**, 605.

Die folgenden Werthe sind die Mittel von je sechs Ablesungen, $\pm d$ ist das arithmetische Mittel der Differenzen dieses Mittels von den einzelnen Beobachtungen.

	Brechender Winkel:	$\delta_{min} (Na)$	Daraus n_{Na}
Dünner Theil	11° 16′ 32″ ± 8″	8° 10′ 30″ ± 10″	1,7195 ± 0,0002
dicker -	11 17 10 ± 6	8 10 12 ± 12	1,7184 ± 0,0002

Da man schwerlich annehmen kann, dass in einem so kleinen Prisma ($\frac{3}{4}$ cm^2) die chemische Zusammensetzung an zwei Stellen verschieden sei, liegt also der Unterschied der Lichtbrechung in der Färbung und zwar ist der stärker gefärbte Theil bedeutend schwächer lichtbrechend.

Ich versuchte nachher durch Erhitzen das Prisma zu entfärben. Es trat jedoch auch nach halbstündigem starkem Erhitzen eine kaum merkbare Aenderung der Farbe auf, so dass ich die Lichtbrechung nach dem Erhitzen nicht wieder ermittelte.

München, 1900, Mai.

XVI. Krystallographische Studien über Turmalin von Ceylon und einigen anderen Vorkommen.

Von

V. von Worobieff in St. Petersburg.

(Hierzu Tafel VIII—XIV.)

Inhalt.

Einleitung.

Die ersten edlen Turmaline, welche in Europa bekannt wurden, sind diejenigen von Ceylon gewesen, und sogar der Name des Minerals stammt von dort, von dem singalesischen Worte »Turmali«. Jene von den Edelsteinhändlern nach Holland gebrachten Krystalle waren es, an denen vor 200 Jahren die Pyroëlektricität entdeckt wurde. Trotzdem dieselben in allen grösseren Sammlungen verbreitet sind, liegen bisher nur Messungen einiger weniger Krystalle vor, und über ihr Vorkommen ist so gut wie nichts bekannt. Es war daher zur Vervollständigung unserer krystallographischen Kenntniss des Minerals ein sehr günstiger Umstand, dass es Herrn Dr.

F. Grünling (s. S. 236) gelang, in dem Districte von Ratnapura, aus welchem wohl alle bisher in die Sammlungen gelangten »Turmaline von Ceylon« stammen, ein ausserordentlich reiches Material von zum Theil höchst flächenreichen Krystallen zusammenzubringen und mir zur Untersuchung zu überlassen, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen Dank aussprechen möchte.

Dieses umfangreiche Material gestattete nun, nicht nur die Formenreihe des Turmalins erheblich zu vergrössern, sondern auch, unter Zuziehung von Beobachtungen an anderen Vorkommnissen, eine systematische Bestimmung aller Formen nach ihrer Zugehörigkeit zum antilogen resp. analogen Pole auszuführen, endlich auch in anderen Beziehungen unsere Kenntniss der krystallographischen Verhältnisse des Minerals zu ergänzen. Dass in der That in Betreff dieses noch manche offene Fragen bestanden, mag die folgende Uebersicht der wichtigsten krystallographischen Untersuchungen über den Turmalin zeigen, welcher eine alphabetisch geordnete Liste der gesammten auf dieses Mineral sich beziehenden Literatur folgt, auf die zugleich betreffs der Citate der zunächst zu besprechenden Arbeiten verwiesen werden möge.

Unter den ältesten Arbeiten über Turmalin ist natürlich diejenige von Romé de l'Isle zu nennen, welcher schon i. J. 1783 den hexagonalen Habitus des Turmalins bestimmt und ganz richtig orientirte Krystalle von Turmalin gezeichnet hat. Durch ihn sind alle gewöhnlichsten Formen des Turmalins, nämlich $\{111\}$, $\{100\}$, $\{101\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{1\bar{1}0\}$, bestimmt worden.

Haüy (1806) hat viele Turmaline von zahlreichen Vorkommen untersucht, die neuen Formen $\{311\}$, $\{411\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{2\bar{1}0\}$, $\{3\bar{2}0\}$, $\{2\bar{1}1\}$ gefunden und viele andere Untersuchungen über Turmalin, besonders auch pyroëlektrische Untersuchungen, angestellt. Seine Messungen der Turmaline sind natürlich auch mit dem Anlegegoniometer ausgeführt.

Im Jahre 1825 machte Kupffer die ersten genauen Messungen des Turmalins mit dem neuen Wollaston'schen Goniometer und giebt als Werth des Grundwinkels $46^{0}\,52'$ an.

Breithaupt (1829) war der Erste, welcher bemerkt hat, dass der Grundwinkel bei verschiedenen Varietäten des Turmalins variirt, eine richtige Beobachtung, welcher trotzdem viele Jahre später von Manchen (z. B. Jeroféjew) noch widersprochen worden ist.

Im Jahre 1836 publicirte Gustav Rose seine grosse Arbeit »Ueber den Zusammenhang zwischen der Form und der elektrischen Polarität der Krystalle«, bis heute eine der besten Arbeiten über Turmalin. Wenn man erwägt, dass diese Arbeit vor 64 Jahren geschrieben ist, zu einer Zeit, als die mineralogische Kenntniss noch eine sehr beschränkte war, so muss man dieselbe als eine geniale Untersuchung bezeichnen, welche am besten die eminente Beobachtungsgabe des Verfs. zeigt. Rose hat Turmaline von

mehr als 20 verschiedenen Vorkommen untersucht, viele interessante und richtige Beobachtungen über Ausbildung der Flächen gemacht und auf Grund dieser Beobachtungen die Regel angegeben, nach welcher, wie er meinte, es möglich ist, den Pol des Krystalles auch ohne pyroëlektrische Untersuchungen zu bestimmen. Wie wir später sehen werden, ist diese Regel unrichtig, doch bleibt die Bedeutung dieser Arbeit trotzdem wegen ihrer vielen anderen Untersuchungen eine sehr grosse.

Im Jahre 1843 publicirte Gustav Rose zusammen mit Riess seine zweite Arbeit über Turmalin. Hier beschreibt er die Turmaline von Gouverneur, N. Y., an welchen er viele neue Formen findet. Der schon in der ersten Arbeit angegebenen neuen Form $\{3\bar{4}3\}$ fügt er die an den Krystallen von Gouverneur beobachteten $\{2\bar{3}2\}$, $\{3\bar{1}0\}$, $\{2\bar{2}1\}$, $\{4\bar{3}\bar{1}\}$ hinzu. Diese waren die ersten complicirten Krystalle von Turmalin, welche gemessen wurden, daher meint G. Rose: »dass Turmalin, der bisher durch seinen Reichthum an einfachen Formen keineswegs ausgezeichnet war, den formenreichsten Mineralien mit zugezählt werden muss«. In derselben Arbeit sagt er schon selbst, dass er Ausnahmen von seiner Regel der Bestimmung der Pole beobachtet habe, und sucht diese Erscheinung zu erklären.

Viele Jahre hindurch erscheint dann keine bedeutendere krystallographische Arbeit über Turmalin, bis 1862 Des Cloizeaux sein »Manuel de Minéralogie« herausgab. Dieser hat ebenfalls sehr viele Vorkommen von Turmalin untersucht und gemessen; als neue Formen giebt er an: $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\{6\bar{6}5\}$, $\{3\bar{2}1\}$, $\{9\bar{7}5\}$. Zu gleicher Zeit finden wir bei ihm zum ersten Male eine gute Zusammenstellung von allem, was über Turmalin schon bekannt ist.

In demselben Jahre erscheint A. Scacchi's »Memoria sulla poliedria delle facce dei Crystalli«, wo er auch diese Erscheinung beim Turmalin beschreibt.

Im Jahre 1868 publicirt Auerbach seine Untersuchung über die Turmaline von russischen Vorkommen. Diese Arbeit war die erste, in welcher einige von den Turmalinen Russlands etwas näher studirt waren.

Im Jahre 1871 erscheint die grösste Untersuchung über Turmalin, welche bisher ausgeführt wurde, nämlich von M. Jeroféjew. Diese 264 Seiten umfassende Monographie wurde aber leider nur russisch publicirt und ist für spätere Verf. ganz unbekannt geblieben, obgleich sie sehr interessant ist. Jeroféjew untersuchte eine sehr grosse Reihe von russischen Turmalinen und erhielt durch sehr sorgfältige und gute Messungen Werthe, welche im Allgemeinen wahrscheinlich als die ersten genauen des Turmalin bezeichnet werden können. Er fand die neuen Formen $\{877\}$?, $\{7.\bar{10}.7\}$, $\{7\bar{1}0\}$, $\{7\bar{2}0\}$, $\{7\bar{5}5\}$, $\{5\bar{4}\bar{1}\}$, $\{7\bar{6}\bar{1}\}$, $\{5\bar{3}\bar{2}\}$, $\{7\bar{4}\bar{3}\}$, $\{9\bar{5}\bar{4}\}$ und giebt eine Zusammenstellung von allen bisher bekannten Formen für Turmalin, in welcher schon 39 Formen aufgezählt werden. Der Hauptzweck aber

der Monographie war, die Abweichungen der verschiedenen Winkel bei demselben Krystalle zu erklären. Durch seine genauen Messungen und Berechnungen ist M. Jeroféjew zum Schlusse gekommen, dass bei der Bildung der Turmalinkrystalle die sogenannte »Zusammenhäufung der Individuen« stattfindet, d. h. dass dieselben einen zusammengesetzten Krystall bilden, wobei aber die Individuen nicht in genau paralleler Lage, sondern oft gegen einander etwas gedreht sind, und zwar so, dass diese Drehung immer in irgend einer besonders wichtigen Zone stattfindet. Dadurch erklärt der Verf. alle Anomalien in den Winkelwerthen des zusammengesetzten Krystalles. Durch eigenartige Projectionszeichnungen demonstrirt er diese Erscheinung und erklärt zu gleicher Zeit durch die Rechnung die fünf wichtigsten Fälle der Zusammenhäufung beim Turmalin. Obgleich gegen manche in dieser Arbeit enthaltene Deutungen Einwendungen zu erheben wären, bleibt sie doch immer eine der wichtigsten monographischen Arbeiten über dieses Mineral. Bemerkenswerth ist auch, dass in dieser Abhandlung zum ersten Male die Meinung ausgesprochen wurde, dass der Turmalin der tetartoëdrischen Abtheilung angehöre.

Dagegen publicirt im Jahre 1876 H. Baumhauer seine Untersuchung über die Aetzfiguren beim Turmalin, durch welche er zum Schlusse kommt, dass die Aetzerscheinungen beim Turmalin vollkommen mit den Symmetrieverhältnissen der ditrigonal-pyramidalen Klasse übereinstimmen.

Die Beschreibung einiger interessanter Turmaline finden wir in P. Groth's Beschreibung der mineralogischen Sammlung in Strassburg (1878).

Im Jahre 1882 erscheint die wichtige Arbeit von G. Seligmann, in welcher er Krystalle des Turmalins von Dekalb, St. Lawrence Co., New York, beschreibt, die in morphologischer Hinsicht zu den interessantesten gehören. Er hat hier sehr complicirte, die complicirtesten bisher bekannten, Krystalle beschrieben und an diesen auch das Rhomboëder $\{2\bar{1}2\}$ zum ersten Male seit Haüy wieder gefunden, dessen Bestimmung früher fast alle anderen Verf. angezweifelt hatten. Weiter beschreibt Seligmann brasilianische Turmaline, unter welchen er ganz merkwürdig ausgebildete Krystalle gefunden und an denen er auch die folgenden neuen Formen bestimmt hat: $\{3\bar{2}3\}$, $\{19.\bar{26}.19\}$, $\{11.\bar{16}.11\}$, $\{7\bar{3}\bar{3}\}$. In derselben Arbeit wird die Untersuchung von Des Cloizeaux an den Turmalinen der Basses-Pyrénées, an welchen dieser noch einige neue, aber unsichere Formen beobachtet hat, mitgetheilt.

Interessant ist, dass die Krystalle von Dekalb die ersten gewesen sind, an denen G. Seligmann den Grundwinkel zu 47° 11′ bestimmt hat, einen erheblich grösseren Werth, als irgend ein Beobachter vorher erhielt, obgleich viele Vorkommen untersucht wurden. Wir werden sehen, dass die späteren Arbeiten im Gegentheil für viele Vorkommen einen diesem nahe stehenden Werth ergaben.

Im Jahre 1883 erscheinen die Untersuchungen von A. Arzruni und A. Cossa über Chromturmaline vom Ural, an welchen sie die neuen Formen $\{703\}$, $\{15.\bar{14}.0\}$, $\{67.\bar{14}.\bar{11}\}$, $\{25.\bar{14}.\bar{11}\}$ gefunden haben.

Zu derselben Zeit publicirt Kundt seine pyroëlektrischen Untersuchungen mit der neuen von ihm entdeckten Methode, durch welche er die Zwillinge mit entgegengesetzten Polen nachweist, indem an einem Schliffe neben einander verschieden gefärbte Stellen bei der Bestäubung erscheinen.

Im Jahre 1884 beschreibt R. H. Solly einen tetartoëdrisch ausgebildeten Krystall von Pierrepont.

Im Jahre 1886 erscheint die erste Arbeit von W. Ramsay über Tetartoëdrie des Turmalins und im Jahre 1887 die zweite. Er beschreibt tetartoëdrisch ausgebildete Krystalle und unsymmetrische Aetzfiguren auf den Flächen von $\{100\}$ und $\{1\bar{1}1\}$, und nimmt deshalb an, dass der Turmalin überhaupt der rhomboëdrisch-tetartoëdrischen Formengruppe angehört.

Gerhard vom Rath untersucht die Krystalle von Alexander County (Nord-Carolina) und von Pierrepont.

H. Schedtler publicirt seine grosse Arbeit über das pyroëlektrische Verhalten des Turmalins.

Im Jahre 1890 beschreibt M. Bauer einen Turmalinzwilling, an welchem die Fläche $\{100\}$ die Zwillingsfläche ist.

Im folgenden Jahre publicirt A. v. Karnojitzky seine krystallographisch-optischen Untersuchungen über Turmalin.

Im Jahre 1893 beschreibt W. J. Lewis einen Turmalinkrystall von Ceylon, an welchem er die Form $\{2\bar{1}2\}$ findet, ferner giebt G. d'Achiardi den ersten Theil seiner grossen Monographie »Le tormaline del Granito Elbano«, eine Arbeit, über welche wir noch öfters sprechen werden, und welche sehr viele und an zahlreichem Material ausgeführte Beobachtungen enthält, heraus. Der zweite Theil dieser Monographie erschien im Jahre 1896.

1895—1896 publicirt H. Traube eine Untersuchung der Aetzfiguren am Turmalin, nach denen er zum Schlusse kommt, dass Turmalin der ditrigonal-pyramidalen Klasse angehört.

Im Jahre 1897 erscheint die Untersuchung von G. d'Achiardi über die Turmaline von der Insel Giglio.

S. Glinka beschreibt einen Zwilling von Turmalin nach $\{3\bar{2}1\}$ von Nertschinsk.

V. Wernadsky untersucht den Chromturmalin von Beresowsk und giebt zwei neue, aber sehr complicirte Formen an, nämlich $\{64.\bar{59}.\bar{5}\}$ und $\{61.\bar{59}.\bar{2}\}$.

Die letzte mir bekannte Arbeit ist die von T. L. Walker, welcher die Aetzfiguren untersucht und noch einmal die Zugehörigkeit des Turmalins zur ditrigonal-pyramidalen Klasse nachgewiesen hat.

In der folgenden Zusammenstellung der Literatur sind nun ausser den bisher erwähnten Arbeiten, welche krystallographisch neue Thatsachen enthalten oder sonst besonders wichtig sind, auch alle kleineren Notizen, welche nur einzelne Beobachtungen oder Messungen enthalten, aufgeführt.

Literatur.

G. d'Achiardi, Le tormaline del Granito Elbano. Pisa. Parte prima 1893. Atti della Soc. Tosc. di Scienze Naturali. Memorie, Vol. XIII. Auch Sep.-Abdr. S. 1—95. Ref. diese Zeitschr. **26**, 211. — Parte seconda 1896. Ebenda Vol. XV. Auch Sep.-Abdr. 1—74. Ref. diese Zeitschr. **30**, 201.

Derselbe, Osservazioni sulle tormaline dell' Isola del Giglio. Pisa 1897. Annali delle Università toscane. Tomo XXII, 66—79. Auch Sep.-Abdr. 1—16. Ref. diese Zeitschr. **31**, 405.

A. Arzruni und A. Cossa, Ein Chromturmalin aus den Chromeisenlagern des Urals. Diese Zeitschr. **7**, 1—16.

A. Auerbach, Ueber die Turmaline von russischen Vorkommen. St. Petersburg 1868. Sep.-Abdr.

Baret, Bull. d. l. Soc. Min. de France 1878, 71—72. Ref. diese Zeitschr. **3**, 640.

Max Bauer, Ueber einen Turmalinzwilling. N. Jahrb. f. Min. etc. 1890, **1**, 10—12. Ref. diese Zeitschr. **21**, 144.

Derselbe, Edelsteinkunde 411—422.

H. Baumhauer, Ueber die Aetzfiguren am Turmalin. N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1876, 3—5.

Blake, Amer. Journ. 1852, **14**, 273.

Des Cloizeaux, Turmalin aus den Pyrenäen. Diese Zeitschr. **6**, 225.

Derselbe, Tourmaline. Man. d. Min. 1862, **1**, 504—514.

A. Corsi, Due esemplari di Tormaline e Berillo dell' Isola Elba. Rivist. scientif.-industr. 1882, **14**, 18—22. Ref. diese Zeitschr. **7**, 624.

A. Cossa und A. Arzruni s. Arzruni.

E. S. Dana, The System of Mineralogy. 1892, 551—558.

A. S. Eakle, Tourmaline from Rudeville, N. J. Amer. Journ. of. Sci. 1894, **47**, 436—439, und diese Zeitschr. **23**, 211.

Th. Engelmann, Ueber den Dolomit des Binnenthales und seine Mineralien, verglichen mit dem von Campo Longo. Inaug.-Diss. Bern 1877. Ref. diese Zeitschr. **2**, 312.

P. W. von Jeremejeff, Ueber Engelhardit, Dioptas, Turmalin, Quarz und Gyps. Verh. d. russ. miner. Gesellsch. 1885 (2), **20**, 361, 365, 369, 374, 386. Ref. diese Zeitschr. **11**, 388.

M. Jeroféjew, Krystallographische und krystallooptische Untersuchungen der Turmaline. Verh. d. russ. miner. Ges. 1871 (2), **6**, 80—342.

L. Fantappiè, La danburite ed altri minerali. Atti della R. Acad. dei Lincei 1896, V. Ser. Sc. Fis., 2. sem., 108. Ref. diese Zeitschr. **30**, 200.

S. Glinka, Ueber einen Turmalinzwilling aus Nertschinsk. Verh. d. russ. min. Ges. 1897 (2), **35**, Pr. 75. Ref. diese Zeitschr. **31**, 509.

V. Goldschmidt, Index d. Krystallf. der Miner. 1891, **3**, 243—248.

Derselbe, Winkeltabellen 1897, 352—353.

P. Groth, Miner.-Sammlung Strassburg 1878, 189.

Haüy, Lehrbuch der Mineralogie, deutsche Ausgabe von Karsten, 1806, **3**, 36—69.

Hawes, The Albany Granite etc. Americ. Journ. of Sc. 1881, **21**, 21.

W. E. Hidden, Tourmaline from Auburn, Maine. Amer. Journ. of Sc. 1884, **27**, 154. Ref. diese Zeitschr. **10**, 313.

Derselbe, North Carolina Localities. Black Tourmaline. Amer. Journ. of Sc. 1886, **32**, No. 189, 205—206. Ref. diese Zeitschr. **12**, 507.

W. E. Hidden und H. S. Washington, Contributions to Mineralogy. Amer. Journ. of Sc. 1887, **33**, 506—507. Ref. diese Zeitschr. **14**, 301.

C. Hintze, Handbuch der Mineralogie **2**, 310—367.

A. v. Karnojitzky, Krystallographisch-optische Studien am Turmalin. Verh. d. k. russ. miner. Ges. 1891 (2), **27**, 209—288. Ref. diese Zeitschr. **22**, 78.

A. Kenngott, Turmalin. Mineral. der Schweiz. S. 108—116. Ref. N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1867, 108—109.

W. E. Koch, Notes on Mull and its leaf-beds. Transact. of the geol. Soc. of Glasgow 1883—1885, **7**, 52—56. Ref. diese Zeitschr. **12**, 619.

B. Koto, Untersuchung von Mineralien aus japanischen Gesteinen. Journ. of the Coll. of Sc., Imp. Univ. Japan. Tokyo 1888, **2**, 77. Ref. diese Zeitschr. **17**, 422.

A. Kranz, Ueber Turmalin. Karst. u. Dech. Arch. 1842, **15**, 2.

A. Kundt, Ueber eine einfache Methode zur Untersuchung der Thermo-, Aktino- und Piëzoëlektricität der Krystalle. Wiedem. Ann. d. Phys. u. Chem. 1883, **20**, 592, oder: Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Berlin 1883, 16. Ref. diese Zeitschr. **8**, 530—531.

G. F. Kunz, On the Tourmaline and associated minerals of Auburn, Maine. Amer. Journ. of Sc. 1884, **27**, 154. Ref. N. Jahrb. etc. 1886, **1**, 27.

A. Lacroix, Minéralogie de la France. Paris 1893, **1**, 78 f.

A. de Lapparent, Echantillon d'Apatite avec tourmaline du Néthou. Bull. d. Soc. min. de France 1879, **2**, 187. Ref. diese Zeitschr. **4**, 421.

A. Michel-Lévy, Tourmaline du Chapey. Bull. d. soc. min. de France 1883, **6**, 326. Ref. diese Zeitschr. **10**, 649.

W. J. Lewis, Note on a Crystal of Tourmaline. Miner. Magaz. and Journ. of Miner. Soc. 1893, **46**, 142. Ref. diese Zeitschr. **25**, 296.

Nason, Bull. N. York State Museum 1888, No. 4. Ref. diese Zeitschr. **17**, 416.

G. vom Rath, Mineralien von Copiapo in Chili. Diese Zeitschr. **5**, 257.

Derselbe, Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1870, **22**, 663.

Derselbe, Mineralog. Notizen. Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilk. Bonn 1879. Sitz. vom 4. August. Auch N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1881, **1**, 188. Ref. diese Zeitschr. **4**, 432.

Derselbe, Ueber Turmalin von Alexander County, Nord-Carolina. Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Natur- und Heilkunde 1886. Sitzung vom 3. Mai und 5. Juli. Ref. diese Zeitschr. **13**, 598.

Derselbe, Vorträge und Mittheilungen. Turmalin von Pierrepont. Ebenda 1886. Sitz. vom 7. Juli. Ref. N. Jahrb. f. Min. etc. 1888, **1**, 23.

W. Ramsay, Om turmalinens hänförande till den Romboëdrisk-tetartoëdriska formgruppen af det hexagonala systemet. Bihang till k. Svensk. Vet.-Akad. Handling. 1886, **12**, Afd. II, Nr. 1, 1—10.

Derselbe, Om tetartoëdri hos turmalin. Ebenda 1887, **13**, Afd. II, Nr. 6, 1—10. Ref. diese Zeitschr. **15**, 431—432.

Riess s. G. Rose.

Romé de l'Isle, Crystallographie 1783.

G. Rose, Ueber den Zusammenhang zwischen der Form und der elektrischen Polarität der Krystalle. Abhandl. Berl. Akad. 1836, 215. Auch Pogg. Ann. **39**, 285—320. Auch Sep.-Abdr. 1838.

G. Rose und Riess, Ueber die Pyroëlektricität der Mineralien. Berl. Akad. 1843. Auch Pogg. Ann. **59**, 357.

A. Scacchi, Memoria sulla poliedria delle facce dei Crystalli. 1862, 71—73.

R. Scheibe, Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 1888, **40**, 200. Ref. diese Zeitschr. **18**, 535.

H. Schedtler, Experimentelle Untersuchungen über das elektrische Verhalten des Turmalins. N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1886, Beil.-Bd. **4**, 519—575. Ref. diese Zeitschr. **15**, 330.

A. Schmidt, Mittheilungen über ungarische Mineralien. Diese Zeitschr. **12**, 103.

G. Seligmann, Turmalin. Diese Zeitschr. **6**, 217—227.

Shepard, Amer. Journ. 1831, **18**, 289.

R. H. Solly, On the tetartoedral Development of a Crystal of Tourmaline. Min. Mag. and Journ. of Min. Soc. 1884/6, **28**, 80—82. Ref. diese Zeitschr. **11**, 177—178.

G. Spezia, Cenni geognostici e mineralogici sul gneiss di Beura. Atti R. Acad. Torino 1882, Vol. XVII. Adun. 14 Maggio. Ref. diese Zeitschr. **7**, 627.

H. Traube, Ueber Aetzfiguren einiger Mineralien. Turmalin. N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. Beil.-Bd. **10**, 460—462. Ref. diese Zeitschr. **30**, 399.

Ville, Bull. Soc. géol. 1856, **13**, 416.

T. L. Walker, Examination of some triclinic minerals by means of etching figures. Amer. Journ. of Sc. 1898, **5**, 178—179. Ref. diese Zeitschr. **32**, 590.

H. S. Washington siehe W. E. Hidden.

V. Wernadsky, Ueber Chromturmalin von Beresowsk. Compt. rend. de la Soc. des Natur. de Moscou 1897, Nr. 4, 4—9. Ref. diese Zeitschr. **31**, 522—523.

Edw. Williams jun., Amer. Journ. of Sc. 1876, **11**, 274.

D. F. Wiser, Ueber Turmalin von Fibia (St. Gotthard). N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1868, S. 465.

Der Turmalin von Ceylon.

Wie in der Einleitung erwähnt, sind auffallenderweise die zuerst bekannt gewordenen Krystalle von Ceylon in morphologischer Beziehung bisher sehr wenig studirt worden. Was bisher hierüber bekannt ist, beschränkt sich auf die folgenden Angaben:

Gustav Rose beschreibt in seiner Arbeit »Ueber den Zusammenhang zwischen der Form und der elektrischen Polarität der Krystalle« (Pogg. Ann. 1836, **39**, 292—293) einen schwarzen Turmalinkrystall von Ceylon, welcher die Combination $\{\bar{2}11\}$, $\{100\}$, $\{\bar{1}00\}$ zeigte, und ein Geschiebe aus dem Flusssande war. Durch Temperaturveränderung wurde er sehr stark elektrisch und zeigte normale Polanordnung nach dem Gesetze von Rose.

A. Des Cloizeaux giebt in seinem »Manuel de Minéralogie« 1862, 505—506 einige Combinationen an, welche er an den Turmalinkrystallen von Ceylon beobachtet hat, nämlich $\{1\bar{1}0\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{100\}$ — schwarzer Krystall, dann $\{1\bar{1}0\}$, $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{100\}$ — brauner Krystall. Weiter giebt er eine Combination für einen braunen und sehr glänzenden Krystall, welche sehr complicirt ist, nämlich $\{100\}$, $\{111\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{3\bar{2}0\}$, $\{2\bar{1}0\}$, $\{2\bar{1}1\}$, $\{6\bar{6}5\}$, $\{3\bar{2}1\}$, $\{9\bar{7}5\}$ an dem antilogen Pol, $\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, $\{\bar{2}10\}$ an dem analogen Pol und die Prismen $\{1\bar{1}0\}$, $\{\bar{2}11\}$, $3\bar{2}\bar{1}\}$ (s. l. c. Fig. 213 und 213bis). Dieser Krystall stammt jedenfalls von demselben Vorkommen, welches im Folgenden näher beschrieben werden soll und an dem auch ich die Formen $\{6\bar{6}5\}$, $\{3\bar{2}1\}$, $\{9\bar{7}5\}$ gefunden habe, welche für kein anderes Vorkommen bekannt sind. Seitdem war dieser Krystall von Turmalin der complicirteste, welcher bekannt war, bis Herr Seligmann im Jahre 1881 eine Untersuchung über die Turmaline von Dekalb publicirte und für diese noch complicirtere Combinationen angab.

Jene kurze Bemerkung Des Cloizeaux's über ceyloner Turmalin ist die erste, welche den so charakteristischen Flächenreichthum, welcher diese Turmaline von allen anderen unterscheidet, gezeigt hat. Unter den Formen, welche Des Cloizeaux für Ceylon angiebt, waren $\{6\bar{6}5\}$, $\{3\bar{2}1\}$ und $\{9\bar{7}5\}$ neu.

W. J. Lewis beschreibt (in The Miner. Mag. and Journ. of the Min. Soc. 1893, **10**, Nr. 46, 142, Ref. diese Zeitschr. **25**, 296) einen braunen Krystall von Ceylon, an welchem er am antilogen Pole $\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}\bar{1}0\}$, am analogen $\{100\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{111\}$, $\{101\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{2\bar{3}2\}$, und die Prismen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{1\bar{1}0\}$ findet.

Hier liegt ohne Zweifel ein Fehler in der Bestimmung der Pole vor; wie später gezeigt wird, kommt nämlich an keinem Krystalle von Ceylon, deren

fast jeder die Form $\{2\bar{1}2\}$ zeigt, und an keinem Krystalle von einem anderen Vorkommen die Form $\{2\bar{1}2\}$ an dem analogen Pole vor. Da schwer anzunehmen ist, dass gerade der einzige Krystall, welchen Lewis gemessen hat, eine Ausnahme von dieser allgemeinen Regel bildet, so sind offenbar die beiden Pole verwechselt worden. Seine gemessenen Winkel stimmen übrigens sehr gut mit meinen Beobachtungen überein. Die Beschreibung ist dadurch interessant, dass sie zum ersten Male die Form $\{2\bar{1}2\}$ für Ceylon angiebt. Auch die Form $\{2\bar{3}2\}$ ist an diesen Turmalinen vorher nicht bekannt gewesen.

In Bezug auf $\{2\bar{1}2\}$ sagt der Verf., dass die Flächen desselben ein sehr eigenthümliches Aussehen besitzen, welches er mit folgenden Worten beschreibt: »The faces z give a broken reflection such as might be obtained from a thin plate of ice resulting from the freezing together of several plates which had started simultaneously at different points on the surface of smooth water.«

Diese drei Untersuchungen umfassen alles, was in krystallographischer Hinsicht über ceyloner Turmalin bekannt ist; wenn auch in einigen anderen Arbeiten über Turmalin einzelne Bemerkungen über den von Ceylon enthalten sind, so sind diese doch ganz unbedeutend und geben im Allgemeinen nur die eine Form $\{100\}$ als Endfläche an.

Für meine Untersuchung diente, wie bereits erwähnt, das reiche Material, welches Herr Dr. F. Grünling im Jahre 1896/97 in Ceylon zusammengebracht hat (jetzt im mineralogischen Museum zu Berlin befindlich). Dasselbe besteht aus einigen hundert guten Krystallen, von denen der grösste Theil messbar ist. Ausserdem habe ich die ceyloner Turmaline in den Sammlungen des Herrn G. Seligmann in Coblenz und des Herrn Prof. Goldschmidt in Heidelberg durchgesehen. In anderen von mir besichtigten Sammlungen fand ich keine besonders interessanten Exemplare.

Die von Dr. F. Grünling zusammengebrachte Sammlung enthält ferner hunderte von ganz gerundeten Turmalingeschieben, welche natürlich aus den Edelsteinseifen stammen. Bei diesen können wir aber der starken Absorption und des Pleochroïsmus wegen immer die Richtung der Prismenzone resp. der c-Axe bestimmen, ferner durch Einlegen in Wasser sehr gut die verschiedenen Färbungen dieser Turmaline beobachten. Einige dieser Geschiebe sind recht gross, bis 7 cm im Durchmesser, so dass die Krystalle ursprünglich sehr gross gewesen sein müssen.

Weiter giebt es eine grosse Menge von halbgerundeten Kystallen, bei welchen nur die Kanten abgerundet sind, die Flächen zwar theils matt, theils aber noch ganz gut glänzend erscheinen. Besonders interessant ist, dass die Krystalle meistens gar nicht zerbrochen, sondern nur abgerundet

sind. Das Werthvollste aber war natürlich der Theil der Sammlung, welcher die gut erhaltenen und glänzenden Krystalle enthält.

Diese sind im Allgemeinen an beiden Enden ausgebildet und daher besonders geeignet für pyroëlektrische Untersuchungen; nur sehr selten ist ein Ende abgebrochen, wahrscheinlich sind aber auch diese Exemplare doppelendig gewesen.

Die Krystalle sind prachtvoll glänzend und meistens ringsum ausgebildet, zeigen also keine Zusammenwachsungen, wie das fast bei sämmtlichen Turmalinen der Fall ist. Die ersten oberflächlichen Beobachtungen lassen schon bemerken, dass diese Krystalle grösstentheils ganz sonderbaren Habitus haben. Sie sind nämlich so kurzprismatisch, dass bei einigen wir nur sehr schmale Prismenflächen finden, und dann erscheinen diese Krystalle ganz eigenthümlich linsenförmig, dem für Turmalin gewöhnlichen Habitus ganz unähnlich aussehend. Zu gleicher Zeit bemerken wir einen ungewöhnlichen Reichthum an Combinationen und einen sehr grossen Flächenreichthum der Krystalle, so dass einige beim ersten Anblick gar nicht für Turmalin gehalten werden könnten. Unter den Arten der Ausbildung können wir drei Haupttypen unterscheiden:

1) Flach rhomboëdrische Krystalle, an denen im Allgemeinen das Prisma $\{1\bar{1}0\}$ zurücktritt (s. Fig. 1 und 2, Taf. VIII) und das Prisma $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ nur sehr untergeordnet vorkommt. Diese sind wohl die charakteristischesten Krystalle für das Vorkommen. Dieser Habitus hat wieder zwei Varietäten: die erste bilden die einfacheren Krystalle, an denen als Endflächen auftreten: $\{100\}$ stark herrschend (s. Fig. 1), $\{1\bar{1}1\}$ untergeordnet und ganz klein $\{3\bar{2}0\}$ an dem antilogen Pole, $\{\bar{1}00\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, $\{\bar{2}10\}$ am analogen Pole, während in der Prismenzone $\{1\bar{1}0\}$ das herrschende ist. Die zweite Varietät hat dieselben vorherrschenden Formen, zu denen aber noch eine sehr grosse Zahl anderer hinzutreten; das Prisma $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ ist viel stärker ausgebildet, und in dieser Beziehung sind sie von der ersten Varietät zu unterscheiden, behalten aber den flachen, linsenförmigen Habitus (Fig. 2). Die Krystalle mit diesem Habitus sind meistens dunkelbraun gefärbt, so dass sie bisweilen ganz schwarz erscheinen. Nur einige sind nicht so tief braun gefärbt.

2) Krystalle mit stärker ausgebildeten Prismenflächen, welche daher nicht mehr linsenförmig aussehen; doch bleiben sie kurzprismatisch und sind daher einigermassen den Turmalinen von Pierrepont ähnlich. Die Prismen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{1\bar{1}0\}$ sind fast immer gleich ausgebildet. Diese Krystalle sind die flächenreichsten und dadurch die interessantesten in der Sammlung. Das beste Beipiel für deren Typus ist der in Fig. 3a und 3b auf Taf. VIII abgebildete. Die Prismenflächen sind wenig gestreift bei den beiden ersten Typen.

Die Färbung der Krystalle von diesem Habitus ist wieder braun. Es existiren aber auch Krystalle, welche sehr hell gefärbt sind und fast gelbe Farbe haben. Alle haben sehr starken Pleochroïsmus.

3) Dieser Habitus kommt verhältnissmässig selten vor. Die Krystalle sind langprismatisch und scheinen im Allgemeinen den ersten zwei Typen unähnlich. Hier müssen wir wieder zwei Varietäten unterscheiden:

a) Die langprismatischen, braun gefärbten Krystalle (Fig. 4), welche $\{1\bar{1}0\}$ als herrschende Form haben, so dass bisweilen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ gar nicht zu bemerken ist. Als Endflächen kommen vor $\{100\}$ und $\{1\bar{1}1\}$ oben (antiloger Pol), $\{\bar{1}00\}$ unten (analoger Pol).

b) Diese Varietät ist von erster dadurch zu unterscheiden, dass $\{\bar{2}11\}$ die herrschende Form ist, und dadurch sind die Krystalle im Durchschnitte dreiseitig (s. Fig. 5). Einige derselben sind dunkelbraun gefärbt, so dass sie ganz schwarz und undurchsichtig aussehen, andere sind hell gelbgrün gefärbt und zeigen starken Pleochroïsmus.

Natürlich kommen Uebergänge von einem Habitus zum anderen vor, so dass wir immer Krystalle finden können, welche auf der Grenze zwischen zwei Typen stehen. Sehr viele Krystalle zeigen höchst verzerrte Combinationen, von welchen einige Beispiele in den Fig. 7—14, Taf. IX gegeben sind. Schon aus diesen Figuren ist leicht zu ersehen, wie schwer solche Krystalle manchmal zu stellen sind, wie z. B. Nr. 19 (Fig. 13, Taf. IX).

Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist, existirt keine gesetzmässige Beziehung zwischen dem Habitus und der Färbung. Wenn wir, ohne den Habitus in Rücksicht zu nehmen, die verschiedenen Färbungen betrachten, so können wir folgende Fälle unterscheiden:

1) Den gewöhnlichsten bilden die braun gefärbten Krystalle, welche ungefähr 99% der Gesammtzahl umfassen. Wir können hier die Uebergänge von ganz dunkelbrauner Färbung, welche schon fast undurchsichtig erscheint, bis zu ganz hellem Braun verfolgen, welches schon näher zu braungelber Farbe steht. Die Krystalle sind stark pleochroïtisch, und wir beobachten im Allgemeinen bei diesem Typus folgende Farbenunterschiede:

Ausserordentlicher Strahl:	Ordentlicher Strahl:
hellbraun	dunkelbraun
braun	dunkelbraun, fast schwarz
gelbbraun	rothbraun
hell gelbbraun	dunkel gelbbraun.

Den stärksten Pleochroïsmus zeigt einer der Krystalle von diesem Typus (Nr. 5), nämlich gelbbraune Farbe für den ausserordentlichen Strahl und stark rothbraune für den ordinären Strahl. Im Allgemeinen gehört, wie gesagt, der grösste Theil der Krystalle zu dem Typus, bei welchem der ausserordentliche Strahl braun, der ordentliche dunkelbraun gefärbt ist.

2) Bedeutend seltener sind die Krystalle mit anderer Färbung, nämlich erstens diejenigen, wo die Färbung für den ausserordentlichen Strahl eine grüne Nüance annimmt; dann bekommen wir folgende Fälle:

Ausserordentlicher Strahl:	Ordentlicher Strahl:
grünlichgelb	braun
gelblichgrün	grünlichbraun
gelblichgrün	rothbraun.

Diese Varietäten sind sehr selten, da nur einige Krystalle (zwei bis drei) für jede Varietät vorliegen. Besonders starken Pleochroïsmus hat ein Geschiebe, welches die Färbung ausserordentlicher Strahl — gelblichgrün, ordentlicher Strahl — rothbraun zeigt. Diese zweite Klasse können wir also dadurch charakterisiren, dass der ausserordentliche Strahl immer entweder grüne Farbe, oder eine andere, aber mit grüner Nüance, zeigt. Alle Krystalle sind hell gefärbt.

3) In diese Gruppe müssen wir die seltensten Varietäten zusammenstellen; erstens einen ganz eigenthümlich gefärbten Krystall (Nr. 13), welcher giebt:

weingelb dunkelbraun.

Dann giebt es einige Krystalle, welche im Allgemeinen ganz sonderbar aussehen und wahrscheinlich von einem ganz anderen Vorkommen stammen, als die anderen. Sie sind ganz hell gefärbt und geben für den ausserordentlichen Strahl hellweingelbe Farbe mit grüner Nüance, für den ordentlichen braun. Diese Krystalle sind entweder so, wie dritter Habitus b, oder wie dritter Habitus a ausgebildet.

Wie wir aus dieser Zusammenstellung sehen können, sind keine besonders verschiedenen Färbungsvarietäten bei diesen Turmalinen zu beobachten. Im Allgemeinen ist es möglich zu sagen, dass fast alle Krystalle braun gefärbt sind, und nur einige grünliche oder weingelbe Färbung haben. Diese letzten sind aber so selten, dass sie wahrscheinlich von einem anderen Vorkommen stammen, als die übrigen. In basischen dünnen Platten, welche ich von diesen Turmalinen herstellen liess, konnte ich ganz deutlich ausgebildete Zonenstructur beobachten. In der Mitte derselben ist im Allgemeinen die Substanz sehr homogen gefärbt, höher zur Peripherie bemerkt man verschieden gefärbte Zonen, welche entweder parallel den Flächen des Prismas abgelagert sind, oder parallel den Flächen der Pyramiden $\{100\}$ und $\{1\bar{1}1\}$. Im Allgemeinen zeigen die braungefärbten Turmaline Zonen, welche dieselbe braune Färbung haben, nur verschiedene Tiefe der Farbe. So stark verschiedene Farben, wie sie bei den Turmalinen von Brasilien, von Sarapulka, von Elba vorkommen, beobachten wir hier nicht. Eine sonderbare Erscheinung in dieser Beziehung ist die, dass viele ganz homogen gefärbte Krystalle eine sehr dünne Schale von grüner Färbung haben. Diese spätere Ablagerung auf dem Krystall ist manchmal so schwach mit demselben verbunden, dass ein leichter Schlag genügt, diese Schale davon zu trennen. Die Färbung derselben ist intensiv grün, mit sehr starkem Pleochroïsmus. Die Farben sind: ausserordentlicher Strahl tiefgrün, ordentlicher

sehr tiefbraun. Besonders oft beobachtete ich diese Erscheinung an den Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{1\bar{1}1\}$, bisweilen auch an den von $\{100\}$. An dem antilogen Pole ist sie sehr oft zu beobachten, am analogen im Gegentheil sehr selten. Eine etwas ähnliche Erscheinung zeigen zwei Krystalle (Nr. 104 und 103). Sie sind braun gefärbte Combinationen von $\{1\bar{1}0\}$, welche herrschend ist und nur ziemlich schwach von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{\bar{2}11\}$ abgestumpft wird. Dazu kommt oben $\{100\}$ und $\{1\bar{1}1\}$, unten $\{\bar{1}00\}$. Später aber sind zwei der Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ durch weiteres Wachsthum ganz verschwunden und ist ein vollständig ausgebildetes Prisma $\{1\bar{1}0\}$, an dem nur eine Kante von einer Fläche von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ abgestumpft ist, während die drei schmalen Flächen von $\{\bar{2}11\}$ erhalten blieben. Die Fig. 29 Taf. XI zeigt diese Combination. Die später angewachsenen Theile (in der Figur schwarz) sind ölgrün gefärbt und so stark pleochroïtisch, dass man beim Drehen schon mit blossem Auge bemerkt, dass der ausserordentliche Strahl ölgrün und der ordentliche tiefbraun gefärbt ist.

Weiter sind in der Sammlung einige übrigens schlecht ausgebildete und gerundete Krystalle, welche den sogenannten »Mohrenköpfen« ähnlich aussehen, d. h. deren Ende eine ganz andere Farbe hat als der übrige Krystall, und zwar scheint dies stets der antiloge Pol zu sein.

Die Absorption des ordinären Strahls ist sehr stark. Einige Schliffe senkrecht zur c-Axe, obgleich sie sehr dünn sind, scheinen absolut undurchsichtig, zu gleicher Zeit aber sind sie für den ausserordentlichen Strahl ganz durchsichtig. Die nähere optische Untersuchung dieser Schliffe, welche sehr scharf ausgeprägte Anomalien zeigen, sollen später publicirt werden; zunächst sind die Krystalle nur in morphologischer Beziehung studirt worden.

Von der ganzen Sammlung sind ungefähr 110 Krystalle gemessen worden, meist von den kurzprismatischen, braungefärbten Exemplaren, weil diese am besten ausgebildet sind und die interessantesten Combinationen zeigen. Die Mehrzahl der Krystalle giebt sehr gute Reflexe, bisweilen tadellose, sodass es möglich war, sehr genaue Messungen auszuführen, was für Turmalin überhaupt sehr selten ist.

Die ausführlichere Beschreibung der Beschaffenheit der Flächen und die Resultate der Messungen werden im Folgenden gegeben werden, nachdem zunächst die Formen und deren Combinationen besprochen worden sind.

Die Bestimmung der Formen lieferte ein sehr reiches, neues Material, ja schon ohne Messungen war es möglich zu erkennen, dass diese Turmaline viele seltene und zahlreiche neue Formen haben, welche für andere Vorkommen unbekannt sind. Besonders interessant war, dass einige Krystalle so complicirte Combinationen darstellen, dass jeder von ihnen allein eine ganze Reihe neuer Formen ergab. Die Messungen sind alle mit dem Goniometer Modell II Fuess ausgeführt.

Sämmtliche beobachtete Formen sind in der folgenden Tabelle (S. 278 f.) zusammengestellt. Diese ist so angeordnet, dass in den drei ersten Columnen die Formen des antilogen Pols, in den drei letzten die des analogen aufgeführt sind, und zwar zuerst die Buchstaben, mit welchen die Formen in den Figuren bezeichnet sind, dann die (im Text benutzten) Miller'schen Symbole, endlich die Bravais'schen Zeichen. Die vier mittleren Columnen enthalten die für beide Reihen identischen Symbole von Naumann und Goldschmidt (s. dessen Winkeltabellen S. 352—353), sowie den Autor, welcher die Form zuerst angegeben hat.

Hierbei habe ich die folgenden Abkürzungen benutzt:

Hy.	bedeutet:	Haüy,	Jer.	bedeutet:	Jeroféjew,
Sg.	-	Seligmann,	Dan.	-	Dana,
D. Cl.	-	Des Cloizeaux,	v. Rt.	-	G. vom Rath,
R. d. I.	-	Romé de l'Isle,	d'Ach.	-	G. d'Achiardi,
G. R.	-	Gustav Rose,	Wor.	-	Worobieff.

Formen beider Pole, welche von den parallelen Gegenflächen gebildet sind, stehen zum Zwecke leichterer Uebersicht in einer Linie. Nach der Wichtigkeit der Formen sind drei verschiedene Schriften benutzt worden. Die fetteste Schrift für die häufigsten Formen, die mittlere für die Formen, welche seltener, als die ersten, aber doch oft vorkommen, endlich die gewöhnlichen Lettern für die sehr seltenen Formen. Die Formen sind nach Zonen geordnet. Diejenigen, welche in vielen Zonen liegen, z. B. $\{100\}$, $\{1\bar{1}\bar{1}\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{3\bar{2}0\}$ u. s. w., sind bei der Zone angeführt, welche für sie die wichtigste ist, z. B. $\{3\bar{2}0\}$ bei der Zone $[100, 1\bar{1}0]$ u. s. w.

Bei den fraglichen Formen, welche entweder zu complicirte Symbole haben, um überhaupt als sicher bezeichnet werden zu können, oder bei denen, welche durch die Messungen der schlechten Ausbildung wegen nicht sicher genug bestimmt sind, ist dies durch ein Fragezeichen angedeutet. Diese Formen haben auch keine Buchstabenbezeichnung, weil sie in den Figuren entweder gar nicht oder durch ein Fragezeichen bezeichnet sind.

Von den fraglichen Formen sind nur diejenigen gegeben, welche ziemlich wahrscheinlich sind, welche man, so zu sagen, als »halbwahrscheinlich« betrachten kann. Die Formen, welche schwer zu bestimmen waren und zu ungenaue Messungen ergaben, sind aus der Formentabelle weggelassen. Einige von ihnen werden später bei der Formenbeschreibung an den entsprechenden Stellen erwähnt werden. Die Formen sind nach den Zonen so geordnet, dass sie der Häufigkeit nach auf einander folgen, und in jeder die Formen so, dass sie entweder mit einer Form anfangen, welche die wichtigste ist, oder so, dass die erste Form diejenige ist, welche zur Basis am nächsten liegt, z. B. die trigonalen Pyramiden, die ditrigonalen der Hauptreihe und die Zone $[100, 1\bar{1}\bar{1}]$.

Zur leichteren Uebersicht über die Zonenverhältnisse dienen die beiden Projectionen Fig. 6a und b, Taf. VIII.

Antiloger Pol. Bchst.:	Miller:	Bravais:	Naum.:	Goldschm.: G_1	G_2	Autor:	Analoger Pol. Bchst.:	Miller:	Bravais:
Basis:									
o	$\{111\}$	$\{0001\}$	0R	0	0	R.d.I.	o'	$\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$	$\{000\bar{1}\}$
Positive trigonale Pyramiden:									
?	$\{433\}$	$\{1.0.\bar{1}.10\}$	$\frac{1}{10}R$	$\frac{1}{10}0$	$\frac{1}{10}$	Wor.			
a	$\{211\}$	$\{10\bar{1}4\}$	$\frac{1}{4}R$	$\frac{1}{4}0$	$\frac{1}{4}$	Hy.	a'	$\{\bar{2}\bar{1}\bar{1}\}$	$\{\bar{1}01\bar{4}\}$
η	$\{311\}$	$\{20\bar{2}5\}$	$\frac{2}{5}R$	$\frac{2}{5}0$	$\frac{2}{5}$	Wor.			
δ	$\{411\}$	$\{10\bar{1}2\}$	$\frac{1}{2}R$	$\frac{1}{2}0$	$\frac{1}{2}$	Hy.			
	$\{511\}$	$\{40\bar{4}7\}$	$\frac{4}{7}R$	$\frac{4}{7}0$	$\frac{4}{7}$	Wor.			
	$\{711\}$	$\{20\bar{2}3\}$	$\frac{2}{3}R$	$\frac{2}{3}0$	$\frac{2}{3}$	-			
?	$\{31.1.1\}$	$\{10.0.\bar{10}.11\}$	$\frac{10}{11}R$	$\frac{10}{11}0$	$\frac{10}{11}$	-			
R	**$\{100\}$**	**$\{10\bar{1}1\}$**	**R**	**10**	**1**	R. d. I. / Hy.	**R'**	**$\{\bar{1}00\}$**	**$\{\bar{1}01\bar{1}\}$**
?	$\{59.\bar{1}.\bar{1}\}$	$\{20.0.\bar{20}.19\}$	$\frac{20}{19}R$	$\frac{20}{19}0$	$\frac{20}{19}$	Wor.			
	$\{14.\bar{1}.\bar{1}\}$	$\{50\bar{5}4\}$	$\frac{5}{4}R$	$\frac{5}{4}0$	$\frac{5}{4}$	-			
	$\{9\bar{1}\bar{1}\}$	$\{10.0.\bar{10}.7\}$	$\frac{10}{7}R$	$\frac{10}{7}0$	$\frac{10}{7}$	-			
?	$\{13.\bar{2}.\bar{2}\}$	$\{50\bar{5}3\}$	$\frac{5}{3}R$	$\frac{5}{3}0$	$\frac{5}{3}$	-			
?	$\{11.\bar{2}.\bar{2}\}$	$\{13.0.\bar{13}.7\}$	$\frac{13}{7}R$	$\frac{13}{7}0$	$\frac{13}{7}$	-			
i	$\{5\bar{1}\bar{1}\}$	$\{20\bar{2}1\}$	$2R$	20	2	-			
p	**$\{4\bar{1}\bar{1}\}$**	**$\{50\bar{5}2\}$**	**$\frac{5}{2}$R**	**$\frac{5}{2}$0**	$\frac{5}{2}$	D. Cl.	p'	$\{\bar{4}11\}$	$\{\bar{5}05\bar{2}\}$
k	$\{11.\bar{3}.\bar{3}\}$	$\{14.0.\bar{14}.5\}$	$\frac{14}{5}R$	$\frac{14}{5}0$	$\frac{14}{5}$	Wor.			
F	$\{7\bar{2}\bar{2}\}$	$\{30\bar{3}1\}$	$3R$	30	3	-			
m	$\{10.\bar{3}.\bar{3}\}$	$\{13.0.\bar{13}.4\}$	$\frac{13}{4}R$	$\frac{13}{4}0$	$\frac{13}{4}$	-			
d	**$\{3\bar{1}\bar{1}\}$**	**$\{40\bar{4}1\}$**	**4R**	**40**	**4**	Hy.			
			$\frac{17}{4}R$	$\frac{17}{4}0$	$\frac{17}{4}$	Wor.	?	$\{\bar{38}.13.13\}$	$\{\bar{17}.0.17.\bar{4}\}$
	$\{20.\bar{7}.\bar{7}\}$	$\{90\bar{9}2\}$	$\frac{9}{2}R$	$\frac{9}{2}0$	$\frac{9}{2}$	-			
	$\{8\bar{3}\bar{3}\}$	$\{11.0.\bar{11}.2\}$	$\frac{11}{2}R$	$\frac{11}{2}0$	$\frac{11}{2}$	-			
P	$\{5\bar{2}\bar{2}\}$	$\{70\bar{7}1\}$	$7R$	70	7	-			
z	$\{7\bar{3}\bar{3}\}$	$\{10.0.\bar{10}.1\}$	$10R$	10.0	10.10	Sg.			
	$\{9\bar{4}\bar{4}\}$	$\{13.0.\bar{13}.1\}$	$13R$	13.0	13.13	Wor.			
Negative trigonale Pyramiden:									
	$\{212\}$	$\{01\bar{1}5\}$	$-\frac{1}{5}R$	$-\frac{1}{5}0$	$-\frac{1}{5}$	-			
	$\{525\}$	$\{01\bar{1}4\}$	$-\frac{1}{4}R$	$-\frac{1}{4}0$	$-\frac{1}{4}$	-			
	$\{414\}$	$\{01\bar{1}3\}$	$-\frac{1}{3}R$	$-\frac{1}{3}0$	$-\frac{1}{3}$	-			
?	$\{929\}$	$\{0.7.\bar{7}.20\}$	$-\frac{7}{20}R$	$-\frac{7}{20}0$	$-\frac{7}{20}$	-			
	$\{13.1.13\}$	$\{04\bar{4}9\}$	$-\frac{4}{9}R$	$-\frac{4}{9}0$	$-\frac{4}{9}$	-			
n	**$\{101\}$**	**$\{01\bar{1}2\}$**	**$-\frac{1}{2}$R**	**$-\frac{1}{2}$0**	$-\frac{1}{2}$	R. d. I. / Hy.	n'	**$\{\bar{1}0\bar{1}\}$**	**$\{0\bar{1}1\bar{2}\}$**
γ	$\{13.\bar{2}.13\}$	$\{05\bar{5}8\}$	$-\frac{5}{8}R$	$-\frac{5}{8}0$	$-\frac{5}{8}$	Wor.			

Antiloger Pol.							Analoger Pol.		
Bchst.:	Miller:	Bravais:	Naum.:	Goldschm.: G_1	G_2	Autor:	Bchst.:	Miller:	Bravais:
	$\{4\bar{1}4\}$	$\{05\bar{5}7\}$	$-\frac{5}{7}R$	$-\frac{5}{7}0$	$-\frac{5}{7}$	Wor.			
	$\{9\bar{4}9\}$	$\{0.13.\bar{13}.14\}$	$-\frac{13}{14}R$	$-\frac{13}{14}0$	$-\frac{13}{14}$	-			
r	**$\{2\bar{1}2\}$**	**$\{01\bar{1}1\}$**	**$-R$**	**-10**	**-1**	Hy.			
				$-\frac{11}{10}0$	$-\frac{11}{10}$	Wor.		$\{\bar{7}4\bar{7}\}$	$\{0.\bar{11}.11.\bar{10}\}$
	$\{5\bar{3}5\}$	$\{08\bar{8}7\}$	$-\frac{8}{7}R$	$-\frac{8}{7}0$	$-\frac{8}{7}$	-			
α	$\{3\bar{2}3\}$	$\{05\bar{5}4\}$	$-\frac{5}{4}R$	$-\frac{5}{4}0$	$-\frac{5}{4}$	Sg.			
Δ	$\{5\bar{4}5\}$	$\{03\bar{3}2\}$	$-\frac{3}{2}R$	$-\frac{3}{2}0$	$-\frac{3}{2}$	Wor.			
e	**$\{1\bar{1}1\}$**	**$\{02\bar{2}1\}$**	**$-2R$**	**-20**	**-2**	R. d. I.	**e'**	**$\{\bar{1}1\bar{1}\}$**	**$\{0\bar{2}2\bar{1}\}$**
			$-\frac{5}{2}R$	$-\frac{5}{2}0$	$-\frac{5}{2}$	Wor. (?Dan.)	N'	$\{\bar{7}8\bar{7}\}$	$\{0\bar{5}5\bar{2}\}$
			$-\frac{11}{4}R$	$-\frac{11}{4}0$	$-\frac{11}{4}$	Wor.		$\{\bar{5}6\bar{5}\}$	$\{0.\bar{11}.11.\bar{4}\}$
ψ	$\{4\bar{5}4\}$	$\{03\bar{3}1\}$	$-3R$	-30	-3	-			
Θ	$\{3\bar{4}3\}$	$\{07\bar{7}2\}$	$-\frac{7}{2}R$	$-\frac{7}{2}0$	$-\frac{7}{2}$	G. R.		$\{\bar{3}4\bar{3}\}$	$\{0\bar{7}7\bar{2}\}$
Δ	$\{11.\bar{16}.11\}$	$\{09\bar{9}2\}$	$-\frac{9}{2}R$	$-\frac{9}{2}0$	$-\frac{9}{2}$	Sg.			
c	$\{2\bar{3}2\}$	$\{05\bar{5}1\}$	$-5R$	-50	-5	G. R.			
?	$\{19.\bar{29}.19\}$	$\{0.16.\bar{16}.3\}$	$-\frac{16}{3}R$	$-\frac{16}{3}0$	$-\frac{16}{3}$	Wor.			
			$-7R$	-70	-7	-	Π'	$\{\bar{8}.13.\bar{8}\}$	$\{0\bar{7}7\bar{1}\}$
ℌ	$\{3\bar{5}3\}$	$\{08\bar{8}1\}$	$-8R$	-80	-8	-			
			$-\frac{19}{2}R$	$-\frac{19}{2}0$	$-\frac{19}{2}$	-		$\{\bar{7}.12.\bar{7}\}$	$\{0.\bar{19}.19.\bar{2}\}$
			$-11R$	-11.0	-11.11	Dan.		$\{\bar{4}7\bar{4}\}$	$\{0.\bar{11}.11.\bar{1}\}$
?	$\{11.\bar{21}.11\}$	$\{0.32.\bar{32}.1\}$	$-32R$	-32.0	-32.32	Wor.			

Ditrigonale Pyramiden der Hauptreihe zwischen $\{100\}$ und $\{1\bar{1}0\}$:

Bchst.:	Miller:	Bravais:	Naum.:	Goldschm.: G_1	G_2	Autor:	Bchst.:	Miller:	Bravais:
			$R\frac{17}{15}$	$\frac{16}{15}\ \frac{1}{15}$	$\frac{6}{5}1$	Wor.		$\{\bar{16}.1.0\}$	$\{\bar{16}.\bar{1}.17.\bar{15}\}$
			$R\frac{13}{11}$	$\frac{12}{11}\ \frac{1}{11}$	$\frac{14}{11}1$	-		$\{\bar{12}.1.0\}$	$\{\bar{12}.\bar{1}.13.\bar{11}\}$
			$R\frac{11}{9}$	$\frac{10}{9}\ \frac{1}{9}$	$\frac{4}{3}1$	-	$\mathfrak{m}'$	$\{\bar{10}.1.0\}$	$\{\bar{10}.\bar{1}.11.\bar{9}\}$
			$R\frac{7}{5}$	$\frac{6}{5}\ \frac{1}{5}$	$\frac{8}{5}1$	-	ϱ'	$\{\bar{6}10\}$	$\{\bar{6}\bar{1}7\bar{5}\}$
			$R\frac{5}{3}$	$\frac{4}{3}\ \frac{1}{3}$	21	-	f'	$\{\bar{4}10\}$	$\{\bar{4}\bar{1}5\bar{3}\}$
β	$\{11.\bar{3}.0\}$	$\{11.3.\bar{14}.8\}$	$R\frac{7}{4}$	$\frac{11}{8}\ \frac{3}{8}$	$\frac{17}{8}1$	-	β'	$\{\bar{11}.3.0\}$	$\{\bar{11}.\bar{3}.14.\bar{8}\}$
			$R\frac{13}{7}$	$\frac{10}{7}\ \frac{3}{7}$	$\frac{16}{7}1$	..	$\mathfrak{c}'$	$\{\bar{10}.3.0\}$	$\{\bar{10}.\bar{3}.13.\bar{7}\}$
q	$\{3\bar{1}0\}$	$\{31\bar{4}2\}$	$R2$	$\frac{3}{2}\ \frac{1}{2}$	$\frac{5}{2}1$	G. R.	q'	$\{\bar{3}10\}$	$\{\bar{3}\bar{1}4\bar{2}\}$
	$\{14.\bar{5}.0\}$	$\{14.5.\bar{19}.9\}$	$R\frac{19}{9}$	$\frac{14}{9}\ \frac{5}{9}$	$\frac{8}{5}1$	Wor.			
			$R\frac{11}{5}$	$\frac{8}{5}\ \frac{3}{5}$	$\frac{14}{5}1$	-	?	$\{\bar{8}30\}$	$\{\bar{8}.\bar{3}.11.\bar{5}\}$
	$\{17.\bar{7}.0\}$	$\{17.7.\bar{24}.10\}$	$R\frac{12}{5}$	$\frac{17}{10}\ \frac{7}{10}$	$\frac{31}{10}1$	-		$\{\bar{17}.7.0\}$	$\{\bar{17}.\bar{7}.24.\bar{10}\}$
?	$\{7\bar{3}0\}$	$\{7.3.\bar{10}.4\}$	$R\frac{5}{2}$	$\frac{7}{4}\ \frac{3}{4}$	$\frac{13}{4}1$	-			
			$R\frac{8}{3}$	$\frac{11}{6}\ \frac{5}{6}$	$\frac{7}{2}1$	-		$\{\bar{11}.5.0\}$	$\{\bar{11}.\bar{5}.16.\bar{6}\}$
t	**$\{2\bar{1}0\}$**	**$\{21\bar{3}1\}$**	**$R3$**	**21**	**41**	Hy.	**t'**	**$\{\bar{2}10\}$**	**$\{\bar{2}\bar{1}3\bar{1}\}$**
	$\{13.\bar{7}.0\}$	$\{13.7.\bar{20}.6\}$	$R\frac{10}{3}$	$\frac{13}{6}\ \frac{7}{6}$	$\frac{9}{2}1$	Wor.			
			$R\frac{7}{2}$	$\frac{9}{4}\ \frac{5}{4}$	$\frac{19}{4}1$	-		$\{\bar{9}50\}$	$\{\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{4}\}$
	$\{7\bar{4}0\}$	$\{7.4.\bar{11}.3\}$	$R\frac{11}{3}$	$\frac{7}{3}\ \frac{4}{3}$	51	-		$\{\bar{7}40\}$	$\{\bar{7}.\bar{4}.11.\bar{3}\}$
h	$\{5\bar{3}0\}$	$\{53\bar{8}2\}$	$R4$	$\frac{5}{2}\ \frac{3}{2}$	$\frac{11}{2}1$	-			

Antiloger Pol. Bchst.:	Miller:	Bravais:	Naum.:	Goldschm.: G_1	G_2	Autor:	Analoger Pol. Bchst.:	Miller:	Bravais:
u	$\{3\bar{2}0\}$	$\{3251\}$	**R5**	**32**	**71**	Hy.	u'	$\{\bar{3}20\}$	$\{\bar{3}\bar{2}5\bar{1}\}$
y	$\{7\bar{5}0\}$	$\{7.5.\bar{1}\bar{2}.2\}$	$R6$	$\frac{7}{2}\,\frac{5}{2}$	$\frac{17}{2}\,1$	Wor.	y'	$\{\bar{7}50\}$	$\{\bar{7}.\bar{5}.12.\bar{2}\}$
			$R\frac{31}{5}$	$\frac{13}{5}\,\frac{18}{5}$	$\frac{44}{5}\,1$	-	?	$\{\bar{1}8.13.0\}$	$\{\bar{1}8.\bar{1}3.31.\bar{5}\}$
	$\{15.\bar{1}\bar{1}.0\}$	$\{15.11.\bar{2}\bar{6}.4\}$	$R\frac{13}{2}$	$\frac{15}{4}\,\frac{11}{4}$	$\frac{37}{4}\,1$	-			
			$R7$	43	10.1	-	H'	$\{\bar{4}30\}$	$\{\bar{4}\bar{3}7\bar{1}\}$
	$\{9\bar{7}0\}$	$\{9.7.\bar{1}\bar{6}.2\}$	$R8$	$\frac{9}{2}\,\frac{7}{2}$	$\frac{23}{2}\,1$	-			
	$\{5\bar{4}0\}$	$\{54\bar{9}1\}$	$R9$	54	13.1	-	J'	$\{\bar{5}40\}$	$\{\bar{5}\bar{4}9\bar{1}\}$
?	$\{6\bar{5}0\}$	$\{6.5.\bar{1}\bar{1}.1\}$	$R11$	65	16.1	-			
			$R13$	76	19.1	-		$\{\bar{7}60\}$	$\{\bar{7}.\bar{6}.13.\bar{1}\}$
	$\{15.\bar{1}\bar{3}.0\}$	$\{15.13.\bar{2}\bar{8}.2\}$	$R14$	$\frac{15}{2}\,\frac{13}{2}$	$\frac{41}{2}\,1$	-	L'	$\{\bar{1}5.13.0\}$	$\{\bar{1}5.\bar{1}3.28.\bar{2}\}$
Σ	$\{13.\bar{1}\bar{2}.0\}$	$\{13.12.\bar{2}\bar{5}.1\}$	$R25$	13.12	37.1	-	Σ'	$\{\bar{1}3.12.0\}$	$\{\bar{1}3.\bar{1}2.25.\bar{1}\}$
			$R35$	18.17	52.1	-	T'	$\{\bar{1}8.17.0\}$	$\{\bar{1}8.\bar{1}7.35.\bar{1}\}$
𝔠𝔥	$\{20.\bar{1}\bar{9}.0\}$	$\{20.19.\bar{3}\bar{9}.1\}$	$R39$	20.19	58.1	-			
Ditrigonale Pyramiden der Hauptreihe zwischen $\{100\}$ und $\{101\}$:									
			$\frac{1}{4}R3$	$\frac{1}{2}\,\frac{1}{4}$	$1\,\frac{1}{4}$	Wor.	? ω'	$\{\bar{3}0\bar{1}\}$	$\{\bar{2}\bar{1}3\bar{4}\}$
			$\frac{2}{3}P2$	$\frac{1}{3}$	10	v. Rt.	λ'	$\{\bar{2}0\bar{1}\}$	$\{\bar{1}\bar{1}2\bar{3}\}$
𝔎	$\{503\}$	$\{23\bar{5}8\}$	$-\frac{1}{8}R5$	$-\frac{3}{8}\,\frac{1}{4}$	$-\frac{7}{8}\,\frac{1}{8}$	Wor.		$\{\bar{5}0\bar{3}\}$	$\{\bar{2}\bar{3}5\bar{8}\}$
Q	$\{302\}$	$\{12\bar{3}5\}$	$-\frac{1}{5}R3$	$-\frac{2}{5}\,\frac{1}{5}$	$-\frac{4}{5}\,\frac{1}{5}$	-			
𝔏	$\{705\}$	$\{2.5.\bar{7}.12\}$	$-\frac{1}{4}R\frac{7}{3}$	$-\frac{5}{12}\,\frac{1}{6}$	$-\frac{3}{4}\,\frac{1}{4}$	-			
Zone [011] zwischen $\{100\}$ und $\{1\bar{1}1\}$:									
?	$\{19.\bar{1}.1\}$	$\{18.2.\bar{2}\bar{0}.19\}$	$\frac{16}{19}R\frac{5}{4}$	$\frac{18}{19}\,\frac{2}{19}$	$\frac{22}{19}\,\frac{16}{19}$	Wor.			
?	$\{14.\bar{1}.1\}$	$\{13.2.\bar{1}\bar{5}.14\}$	$\frac{11}{14}R\frac{15}{11}$	$\frac{13}{14}\,\frac{1}{7}$	$\frac{17}{14}\,\frac{11}{14}$	-			
	$\{12.\bar{1}.1\}$	$\{11.2.\bar{1}\bar{3}.12\}$	$\frac{3}{4}R\frac{13}{9}$	$\frac{11}{12}\,\frac{1}{6}$	$\frac{5}{4}\,\frac{3}{4}$	-			
	$\{10.\bar{1}.1\}$	$\{9.2.\bar{1}\bar{1}.10\}$	$\frac{7}{10}R\frac{11}{7}$	$\frac{9}{10}\,\frac{1}{5}$	$\frac{13}{10}\,\frac{7}{10}$	-			
	$\{8\bar{1}1\}$	$\{72\bar{9}8\}$	$\frac{5}{8}R\frac{9}{5}$	$\frac{7}{8}\,\frac{1}{4}$	$\frac{11}{8}\,\frac{5}{8}$	-			
	$\{11.\bar{2}.2\}$	$\{9.4.\bar{1}\bar{3}.11\}$	$\frac{5}{11}R\frac{13}{5}$	$\frac{9}{11}\,\frac{4}{11}$	$\frac{17}{11}\,\frac{5}{11}$	-			
	$\{5\bar{1}1\}$	$\{42\bar{6}5\}$	$\frac{2}{5}R3$	$\frac{4}{5}\,\frac{2}{5}$	$\frac{8}{5}\,\frac{2}{5}$	-			
w	$\{4\bar{1}1\}$	$\{32\bar{5}4\}$	$\frac{1}{4}$**R5**	$\frac{3}{4}\,\frac{1}{2}$	$\frac{7}{4}\,\frac{1}{4}$	-			
?	$\{7\bar{2}2\}$	$\{54\bar{9}7\}$	$\frac{1}{7}R9$	$\frac{5}{7}\,\frac{4}{7}$	$\frac{13}{7}\,\frac{1}{7}$	-		$\{\bar{7}2\bar{2}\}$	$\{\bar{5}\bar{4}9\bar{7}\}$
τ	$\{3\bar{1}1\}$	$\{22\bar{4}3\}$	$\frac{4}{3}P2$	$\frac{2}{3}$	20	-			
x	$\{2\bar{1}1\}$	$\{12\bar{3}2\}$	**$-\frac{1}{2}$R3**	**$-1\frac{1}{2}$**	**$-2\frac{1}{2}$**	Hy.	x'	$\{\bar{2}1\bar{1}\}$	$\{\bar{1}\bar{2}3\bar{2}\}$
	$\{7\bar{4}4\}$	$\{3.8.\bar{1}\bar{1}.7\}$	$-\frac{5}{7}R\frac{11}{5}$	$-\frac{8}{7}\,\frac{3}{7}$	$-2\,\frac{5}{7}$	Wor.			
	$\{8\bar{5}5\}$	$\{3.10.\bar{1}\bar{3}.8\}$	$-\frac{7}{8}R\frac{13}{7}$	$\frac{5}{4}\,\frac{3}{8}$	$-2\,\frac{7}{8}$	-			
M	$\{3\bar{2}2\}$	$\{14\bar{5}3\}$	$-R\frac{5}{3}$	$-\frac{4}{3}\,\frac{1}{3}$	$-2\,1$	-			
𝔢	$\{10.\bar{7}.7\}$	$\{3.14.\bar{1}\bar{7}.10\}$	$-\frac{11}{10}R\frac{17}{11}$	$-\frac{7}{5}\,\frac{3}{10}$	$-2\,\frac{11}{10}$	-			
?Ω	$\{4\bar{3}3\}$	$\{16\bar{7}4\}$	$-\frac{5}{4}R\frac{7}{5}$	$-\frac{3}{2}\,\frac{1}{4}$	$-2\,\frac{5}{4}$	-			
	$\{5\bar{4}4\}$	$\{18\bar{9}5\}$	$-\frac{7}{5}R\frac{9}{7}$	$-\frac{8}{5}\,\frac{1}{5}$	$-2\,\frac{7}{5}$	-			
Zone [011] zwischen $\{1\bar{1}1\}$ und $\{1\bar{1}0\}$:									
			$-2R\frac{15}{14}$	$-\frac{29}{14}\,\frac{1}{14}$	$-\frac{31}{14}\,2$	-	?	$\{\bar{1}5.15.\bar{1}\bar{4}\}$	$\{\bar{1}.\bar{2}\bar{9}.30.\bar{1}\bar{4}\}$

Antiloger Pol.							Analoger Pol.		
Bchst.:	Miller:	Bravais:	Naum.:	Goldschm.: G_1	G_2	Autor:	Bchst.:	Miller:	Bravais:
	$\{6\bar{6}5\}$	$\{1.11.\bar{12}.5\}$	$-2R\frac{6}{5}$	$-\frac{11}{5}\frac{1}{5}$	$-\frac{13}{5}2$	D. Cl.			
$\mathfrak{g}$	$\{3\bar{3}2\}$	$\{15\bar{6}2\}$	$-2R\frac{3}{2}$	$-\frac{5}{2}\frac{1}{2}$	$-\frac{7}{2}2$	Wor.			
v	$\{2\bar{2}1\}$	$\{13\bar{4}1\}$	**-2R2**	**-31**	**-52**	G. R.			
μ	$\{3\bar{3}1\}$	$\{24\bar{6}1\}$	$-2R3$	-42	-10.2	Sg.	μ'	$\{\bar{3}3\bar{1}\}$	$\{\bar{2}\bar{4}6\bar{1}\}$
$\ddot{u}$	$\{13.\bar{13}.4\}$	$\{9.17.\bar{26}.4\}$	$-2R\frac{13}{4}$	$-\frac{17}{4}\frac{9}{4}$	$-\frac{35}{4}2$	Wor.			
?	$\{9\bar{9}2\}$	$\{7.11.\bar{18}.2\}$	$-2R\frac{9}{2}$	$-\frac{11}{2}\frac{7}{2}$	$-\frac{25}{2}2$	-			
Z	$\{6\bar{6}1\}$	$\{5.7.\bar{12}.1\}$	$-2R6$	-75	-17.2	-			
D	$\{7\bar{7}1\}$	$\{6.8.\bar{14}.1\}$	$-2R7$	-86	-20.2	-			
Zone $[1\bar{1}1, 3\bar{1}\bar{1}] = [121]$:									
$\mathfrak{B}$	$\{9\bar{7}5\}$	$\{4.12.\bar{16}.7\}$	$-\frac{8}{7}R2$	$-\frac{12}{7}\frac{4}{7}$	$-\frac{20}{7}\frac{8}{7}$	D. Cl.			
A	$\{3\bar{2}1\}$	$\{23\bar{5}2\}$	$-\frac{1}{2}R5$	$-\frac{3}{2}1$	$-\frac{7}{2}\frac{1}{2}$	-			
$\mathfrak{D}$	$\{7\bar{3}\bar{1}\}$	$\{8.2.\bar{10}.3\}$	$2R\frac{5}{3}$	$\frac{8}{3}\frac{2}{3}$	42	Wor.			
Zone $[3\bar{1}\bar{1}, 1\bar{1}0] = [112]$:									
X	$\{7\bar{3}\bar{2}\}$	$\{9.1.\bar{10}.2\}$	$4R\frac{5}{4}$	$\frac{9}{2}\frac{1}{2}$	$\frac{11}{2}4$	Wor.			
E	$\{4\bar{2}\bar{1}\}$	$\{51\bar{6}1\}$	$4R\frac{3}{2}$	51	74	d'Ach.			
K	$\{5\bar{3}\bar{1}\}$	$\{62\bar{8}1\}$	$4R2$	62	10.4	Wor.			
Zone $[1\bar{1}1, 2\bar{1}\bar{1}] = [231]$:									
	$\{9\bar{8}6\}$	$\{3.14.\bar{17}.7\}$	$-\frac{11}{7}R\frac{17}{11}$	$-2\frac{3}{7}$	$-\frac{20}{7}\frac{11}{7}$	Wor.			
$\mathfrak{P}$	$\{7\bar{6}4\}$	$\{3.10.\bar{13}.5\}$	$-\frac{7}{5}R\frac{13}{7}$	$-2\frac{3}{5}$	$-\frac{16}{5}\frac{7}{5}$	-			
$\mathfrak{M}$	$\{13.\bar{11}.7\}$	$\{26\bar{8}3\}$	$-\frac{4}{3}R2$	$-2\frac{2}{3}$	$-\frac{10}{3}\frac{4}{3}$	-			
?	$\{6\bar{5}3\}$	$\{3.8.\bar{11}.4\}$	$-\frac{5}{4}R\frac{11}{5}$	$-2\frac{3}{4}$	$-\frac{7}{2}\frac{5}{4}$	-			
B	$\{5\bar{4}2\}$	$\{12\bar{3}1\}$	$-R3$	-21	-41	-			
T	$\{4\bar{3}1\}$	$\{34\bar{7}2\}$	$-\frac{1}{2}R7$	$-2\frac{3}{2}$	$-5\frac{1}{2}$	-			
?	$\{11.\bar{8}.2\}$	$\{9.10.\bar{19}.5\}$	$-\frac{1}{5}R19$	$-2\frac{9}{5}$	$-\frac{28}{5}\frac{1}{5}$	-			
?	$\{7\bar{5}1\}$	$\{22\bar{4}1\}$	$4P2$	2	60	-			
	$\{13.\bar{8}.\bar{2}\}$	$\{52\bar{7}1\}$	$3R\frac{7}{3}$	52	93	-			
	$\{12.\bar{7}.\bar{3}\}$	$\{15.4.\bar{19}.2\}$	$\frac{11}{2}R\frac{19}{11}$	$\frac{15}{2}2$	$\frac{23}{2}\frac{11}{2}$	-			
Zone $[2\bar{1}\bar{1}, 2\bar{1}0] = [120]$:									
			$\frac{13}{7}R\frac{27}{13}$	$\frac{20}{7}1$	$\frac{34}{7}\frac{13}{7}$	Wor.	C'	$\{\bar{18}.9.2\}$	$\{\bar{20}.\bar{7}.27.\bar{7}\}$
j	$\{10.\bar{5}.7.\}$	$\{14\bar{5}4\}$	$-\frac{3}{4}R\frac{5}{3}$	$-1\frac{1}{4}$	$-\frac{3}{2}\frac{3}{4}$	-			
	$\{16.\bar{8}.13\}$	$\{17\bar{8}7\}$	$-\frac{6}{7}R\frac{4}{3}$	$-1\frac{1}{7}$	$-\frac{9}{7}\frac{5}{7}$	-			
	$\{14.\bar{7}.20\}$	$\{\bar{2}9\bar{7}9\}$	$-\frac{5}{9}R\frac{9}{5}$	$-\frac{7}{9}\frac{2}{9}$	$-\frac{11}{9}\frac{5}{9}$	-			
Isolirte hexagonale Pyramiden der zweiten Art:									
	$\{423\}$	$\{11\bar{2}9\}$	$\frac{2}{9}P2$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{3}0$	Wor.			
	$\{17.5.11\}$	$\{2.2.\bar{4}.11\}$	$\frac{4}{11}P2$	$\frac{2}{11}$	$\frac{6}{11}0$	-			
	$\{29.\bar{1}.14\}$	$\{5.5.\bar{10}.14\}$	$\frac{5}{7}P2$	$\frac{5}{14}$	$\frac{15}{14}0$	-			
	$\{9\bar{1}4\}$	$\{5.5.\bar{10}.12\}$	$\frac{5}{6}P2$	$\frac{5}{12}$	$\frac{5}{4}0$	-			

Antiloger Pol.							Analoger Pol.		
Bchst.:	Miller:	Bravais:	Naum.:	Goldschm.: G_1	G_2	Autor:	Bchst.:	Miller:	Bravais:
Zone $[101, 2\bar{1}1] = [11\bar{1}]$:									
α	$\{6\bar{1}5\}$	$\{1.6.\bar{7}.10\}$	$-\frac{1}{2}R\frac{7}{5}$	$-\frac{3}{5}\frac{1}{10}$	$-\frac{4}{5}\frac{1}{2}$	Wor.			
φ	$\{11.\bar{4}.7\}$	$\{4.11.\bar{15}.14\}$	$-\frac{1}{2}R\frac{15}{7}$	$-\frac{11}{14}\frac{2}{7}$	$-\frac{19}{14}\frac{1}{2}$	-			
Zone $[3\bar{1}\bar{1}, 3\bar{2}0] = [233]$:									
	$\{9\bar{4}\bar{2}\}$	$\{11.2.\bar{13}.3\}$	$3R\frac{13}{9}$	$\frac{11}{3}\frac{2}{3}$	$5\,3$	Wor.			
D	$\{6\bar{3}\bar{1}\}$	$\{72\bar{9}2\}$	$\frac{5}{2}R\frac{9}{5}$	$\frac{7}{2}1$	$\frac{11}{2}\frac{5}{2}$	-			
Zone $[2\bar{1}2, 5\bar{1}\bar{1}] = [141]$:									
π	$\{7\bar{2}1\}$	$\{21\bar{3}2\}$	$\frac{1}{2}\mathbf{R}3$	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	Wor.			

Positive Prismen:

Buchst.:	Miller:	Bravais:	Naumann:	Goldschmidt: G_1	G_2	Autor:
s	$\{2\bar{1}\bar{1}\}$	$\{10\bar{1}0\}$	$\infty\mathbf{R}$	$\infty 0$	∞	R. d. I.
	$\{9\bar{5}\bar{4}\}$	$\{13.1.\bar{14}.0\}$	$\infty P\frac{14}{13}$	13∞	$\frac{5}{4}\infty$	Jer.
	$\{5\bar{3}\bar{2}\}$	$\{71\bar{8}0\}$	$\infty P\frac{8}{7}$	7∞	$\frac{3}{2}\infty$	-
ϑ	$\{3\bar{2}\bar{1}\}$	$\{41\bar{5}0\}$	$\infty\mathbf{P}\frac{5}{4}$	4∞	2∞	G. R.
	$\{4\bar{3}\bar{1}\}$	$\{52\bar{7}0\}$	$\infty P\frac{7}{5}$	$\frac{5}{2}\infty$	3∞	-
b	$\{1\bar{1}0\}$	$\{11\bar{2}0\}$	$\infty\mathbf{P}2$	∞	$\infty 0$	R. d. I.

Negative Prismen:

Buchst.:	Miller:	Bravais:	Naumann:	Goldschmidt: G_1	G_2	Autor:
s'	$\{\bar{2}11\}$	$\{\bar{1}010\}$	$\infty\mathbf{R}$	$\infty 0$	∞	R. d. I.
	$\{\bar{9}54\}$	$\{\bar{13}.\bar{1}.14.0\}$	$\infty P\frac{14}{13}$	13∞	$\frac{5}{4}\infty$	Jer.
	$\{\bar{7}43\}$	$\{\bar{10}.\bar{1}.11.0\}$	$\infty P\frac{11}{10}$	10∞	$\frac{4}{3}\infty$	-
ϑ'	$\{\bar{3}21\}$	$\{\bar{4}\bar{1}50\}$	$\infty P\frac{5}{4}$	4∞	2∞	G. R.
	$\{\bar{5}41\}$	$\{\bar{2}\bar{1}30\}$	$\infty P\frac{3}{2}$	2∞	4∞	Jer.
	$\{\bar{8}71\}$	$\{\bar{3}\bar{2}50\}$	$\infty P\frac{5}{3}$	$\frac{3}{2}\infty$	7∞	?
	$\{\bar{9}81\}$	$\{\bar{10}.\bar{7}.17.0\}$	$\infty P\frac{17}{10}$	$\frac{10}{7}\infty$	8∞	Wor.
	$\{\bar{10}.9.1\}$	$\{\bar{11}.\bar{8}.19.0\}$	$\infty P\frac{19}{11}$	$\frac{11}{8}\infty$	9∞	-
	$\{\bar{14}.13.1\}$	$\{\bar{5}\bar{4}90\}$	$\infty P\frac{9}{5}$	$\frac{5}{4}\infty$	13∞	-

Wie aus dieser Tabelle zu ersehen ist, zeigen die ceyloner Turmaline eine ganz kolossale Reihe von Formen. Von diesen ist nur ein Viertel früher bekannt gewesen, der grösste Theil, nämlich 131, sind von mir neu gefunden. Weiterhin werde ich alle diese Formen ausführlich nach einander beschreiben, hier möchte ich nur einige allgemeine Beobachtungen aussprechen.

Ausser dem Habitus, welcher schon früher besprochen wurde, ist besonders merkwürdig die kolossale Complicirtheit der Combinationen. Bisher ist Turmalin als ein an Formen ärmeres Mineral bekannt; hier aber findet man Krystalle, welche nicht blos für Turmalin, sondern im Allgemeinen als zu den complicirtesten gehörig betrachtet werden müssen. In erster Reihe sind hier zu nennen solche Krystalle, wie Nr. 22 (Fig. 3a und 3b,

Taf. VIII), und viele andere, welche einen bisher nie beobachteten Flächenreichthum zeigen.

In den Combinationen selbst beobachten wir ebenfalls viele Eigenthümlichkeiten. Erstens ist interessant, dass die Form $\{2\bar{1}2\}$ so oft vorkommt und an einigen Krystallen so stark ausgebildet ist. Den besten Krystall in dieser Beziehung hat Herr Prof. Goldschmidt in seiner Privatsammlung; dieser Krystall hat sehr gross ausgebildete Flächen von $\{2\bar{1}2\}$.

Weiter ist interessant, dass wir bei diesen Turmalinen an vielen Krystallen verschiedene Formen finden, welche in ganz seltenen, für Turmalin ungewöhnlichen Zonen liegen, nämlich den Zonen $[3\bar{1}\bar{1}, 3\bar{2}0]$, $[2\bar{1}1, 111]$, $[2\bar{1}\bar{1}, 2\bar{1}0]$ u. s. w. Bisweilen sind einige von diesen Formen sehr gut ausgebildet, wie das bei Nr. 22 z. B. zu beobachten ist. Später werde ich das bei den einzelnen Zonen beschreiben.

Ueber die Combinationen muss ich das folgende Allgemeine sagen. Die gewöhnlichste Form der beiden Pole ist die primäre trigonale Pyramide. Sie ist fast immer herrschend (die Ausnahmen werde ich später beschreiben), doch kommen Krystalle, an denen sie absolut allein als Endfläche auftritt, selten vor. Meistens aber haben die Krystalle viel complicirtere Combination. An dem antilogen Pole kommt fast immer dazu die Form $\{1\bar{1}1\}$, welche sehr selten bei den Krystallen fehlt. Herrschend ist sie aber sehr selten, nur einige Krystalle (Nr. 83 z. B.) zeigen dieses.

Weiter geht die Complicirung der Krystalle durch $\{3\bar{2}0\}$, sie ist auch wenigstens an 80 % vorhanden und manchmal recht stark ausgebildet, so dass die Krystalle schon etwas der Combination der Turmaline von Gouverneur ähnlich sehen.

Zu diesen Formen kommen noch viele, welche so oft vorkommen, dass es schwer zu sagen ist, welche von ihnen häufiger ist. Zu solchen gehören $\{2\bar{1}2\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{2\bar{1}1\}$, $\{111\}$, $\{101\}$, $\{4\bar{1}1\}$, $\{2\bar{1}0\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, welche noch sehr häufig sind.

Die bisher genannten Formen sind für den antilogen Pol die häufigsten. Zu gleicher Zeit sind am analogen Pole neben der Form $\{\bar{1}00\}$ fast immer vorhanden: $\{\bar{1}0\bar{1}\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, $\{\bar{2}10\}$.

In der Prismenzone treten, abgesehen von einigen seltenen Ausnahmen, stets auf: $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{2}11\}$, $\{1\bar{1}0\}$, auch haben 90 % der Krystalle $\{3\bar{2}\bar{1}\}$.

Als eine typische Combination können wir also einen Krystall betrachten, welcher folgende Formen zeigt: $\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{3\bar{2}0\}$, $\{2\bar{1}1\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{101\}$, $\{111\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\{2\bar{1}0\}$, $\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, $\{\bar{2}10\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{2}11\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{3\bar{2}\bar{1}\}$. Eine solche, nur ohne $\{2\bar{1}0\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{3\bar{2}\bar{1}\}$, ist in Fig. 2, Taf. VIII abgebildet.

Diese Combination kommt wirklich ziemlich häufig vor. So complicirt sie für Turmaline anderer Fundorte auch ist, so erscheint sie für ceyloner Turmaline noch verhältnissmässig einfach.

Die übrigen Formen treten weniger häufig auf, doch sind einige von ihnen noch keineswegs seltene. Es ist aber schon viel schwieriger, für sie eine Reihenfolge der Häufigkeit anzugeben.

Je nachdem die Combinationen mehr und mehr complicirter werden, enthalten sie mehr seltene Formen, und die Extreme an Complicirtheit der Combinationen bilden diejenigen Krystalle, wie Nr. 22, wo wir 59 Formen finden, Nr. 23, wo 30 Formen vorhanden sind, und viele andere Krystalle, welche auch im Vergleich mit den flächenreichsten Mineralien noch als recht complicirte zu betrachten sind. In dieser Beziehung müssen für diese ceyloner Vorkommen ganz eigenthümliche petrographische Verhältnisse vorliegen, bei welchen diese Krystalle gebildet wurden. Leider aber haben wir keine Vorstellung davon, weil die Gesteine, in welchen dieselben eingewachsen waren, ganz verwittert sind und kein Schluss darüber möglich ist.

Im Weiteren gebe ich die Beschreibung der Formen. Die Beschreibung geht in derselben Ordnung wie die Formentabelle. Dadurch ist es ganz leicht, jede Form sofort zu finden. Im Anfang jeder Zone findet man eine kurze allgemeine Charakterisirung der ganzen Zone und der Formen, welche in derselben liegen. Die Winkeltabelle, welche nach der Uebersicht aller Formen anfängt, ist ebenfalls in demselben Sinne geordnet, nämlich nach der Formentabelle.

Für fragliche Formen stehen alle gemessenen Winkel schon bei der Form, so dass solche nicht mehr in der Winkeltabelle vorkommen.

Ich glaube, dass bei dieser Anordnung keine Schwierigkeit sein wird, alles über jede Form Bekannte schnell und bequem zu finden. Man hat nur die Form in der Formentabelle aufzusuchen und dann, der Zone nach, in der Beschreibung der Formen. Wenn die Form noch etwas Besonderes darbietet, so wird immer die Seite angegeben, wo dies später beschrieben sein wird.

Die Zone zwischen [111, 100] = [0$\bar{1}$1].

Diese Zone zeichnet sich durch die grosse Zahl ihrer Formen aus. Unter den positiven trigonalen Pyramiden haben die Formen {100} und {$\bar{1}$00} besondere Bedeutung; weiter folgen nach der Häufigkeit {111}, {3$\bar{1}\bar{1}$}, {4$\bar{1}\bar{1}$}, {$\bar{1}$11}, welche noch sehr gewöhnlich sind. Die anderen Formen kommen selten vor. Doch sind an einigen Krystallen einzelne von ihnen sehr stark entwickelt. Zu diesen Formen, welche nur selten gut ausgebildet erscheinen, gehören {211}, {5$\bar{2}\bar{2}$}, {7$\bar{3}\bar{3}$}; alle übrigen sind recht selten und nur an einzelnen Krystallen gefunden worden.

In der negativen Reihe sind die Formen {1$\bar{1}$1}, {2$\bar{1}$2}, {101}, {$\bar{1}$1$\bar{1}$}, {$\bar{1}$0$\bar{1}$} die häufigsten. Besonders sind {1$\bar{1}$1}, {$\bar{1}$1$\bar{1}$} und {$\bar{1}$0$\bar{1}$} gewöhnlich. Von den selteneren Formen sind {3$\bar{2}$3}, {3$\bar{4}$3}, {2$\bar{3}$2}, obgleich schmal ausgebildet, doch an vielen Krystallen vorhanden. Die anderen sind sehr selten.

Von den Krystallen, an denen besonders viele trigonale Pyramiden vorkommen, sollen einige besonders interessante Beispiele beschrieben werden.

Nr. 22 zeigt eine ganze Reihe (siehe Fig. 3a und 3b, Taf. VIII) von trigonalen Pyramiden, nämlich:

$\{100\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{2\bar{3}2\}$ am antilogen Pol,
$\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, $\{\bar{7}8\bar{7}\}$ am analogen Pol.

Alle sind sehr gut ausgebildet, besonders natürlich $\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$.

Nr. 12 zeigt eine Reihe von sehr seltenen Formen, welche aber alle sehr schlecht ausgebildet sind. Es treten hier folgende trigonale Pyramiden auf:

$\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{101\}$, $\{111\}$, $\{3\bar{4}3\}$, $\{11.\bar{1}\bar{6}.11\}$, $\{20.\bar{7}.\bar{7}\}$ antiloger Pol,
$\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, $\{\bar{5}6\bar{5}\}$, $\{\bar{7}.12.\bar{7}\}$ analoger Pol.

Nr. 32 hat ebenfalls viele seltene Formen in der folgenden Reihe:

$\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{101\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\{111\}$, $\{211\}$, ? $\{13.\bar{2}.\bar{2}\}$ antiloger Pol,
$\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ analoger Pol.

Nr. 20 ist ausgezeichnet durch eine sehr grosse Reihe von negativen Pyramiden, welche alle sehr klein ausgebildet, doch alle sicher bestimmbar sind:

$\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{101\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{111\}$, $\{211\}$, $\{433\}$, $\{212\}$, $\{414\}$, $\{929\}$, $\{13.1.13\}$ antiloger Pol,
$\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ analoger Pol.

Wie wir sehen, sind schon diese Krystalle sehr complicirt, doch giebt es einige, welche eine noch grössere Reihe von Pyramiden zeigen, wie die beiden folgenden:

Nr. 23 (siehe Fig. 18, Taf. IX) ist ein sehr grosser, dunkel gefärbter Krystall, welcher nach erstem Studium ziemlich einfache Combination hat. Bei weiterem aber bemerken wir eine Reihe von sehr gut ausgebildeten Flächen in der Zone der Trigonalpyramiden. Die Mehrzahl von diesen sind klein, aber sehr gut ausgebildet, so dass alle Indices ohne Zweifel richtig bestimmt sind. Wir haben hier

$\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{101\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\{5\bar{1}\bar{1}\}$, $\{11.\bar{3}.\bar{3}\}$, $\{7\bar{2}\bar{2}\}$, $\{211\}$, $\{7\bar{3}\bar{3}\}$, $\{2\bar{3}2\}$, $\{4\bar{5}4\}$ antiloger Pol,
$\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$, $\{\bar{4}7\bar{4}\}$ analoger Pol.

Endlich als den letzten führe ich Nr. 67 an. Bei diesem Krystall ist $\{100\}$ sehr untergeordnet, im Gegentheil sind einige andere sehr stark ausgebildet:

$\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{101\}$, $\{411\}$, $\{10.\bar{3}.\bar{3}\}$, $\{5\bar{2}\bar{2}\}$, $\{100\}$, $\{111\}$, $\{2\bar{1}2\}$,

$\{9\bar{1}\bar{1}\}$, ? $\{3\bar{2}3\}$ und noch ungefähr sieben Pyramiden, welche unbestimmbar sind, antiloger Pol,

$\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, $\{\bar{3}4\bar{3}\}$, $\{\bar{8}.13.\bar{8}\}$ analoger Pol.

Einige ganz sonderbare Combinationen der Krystalle in Bezug auf die Trigonalpyramiden werde ich später bei der Beschreibung der einzelnen Formen, zu welcher ich jetzt übergehe, angeben.

Die Form **{111}**, **{0001}**, **0R** gehört zu den gewöhnlichsten Formen beim Turmalin und ist sehr oft die herrschende Endfläche der Krystalle. Selbstverständlich ist dieselbe auch bei den ceyloner Turmalinen eine der häufigsten Formen. Ungefähr 40 % der Krystalle zeigen dieselbe. Wir können hier eine ganze Reihe von Krystallen auswählen: von solchen, wo diese Form die einzige Endfläche ist (wie Nr. 90), bis zu anderen, wo diese Form nur sehr schmal ausgebildet ist und eine ganz untergeordnete Rolle in der Combination des Krystalles spielt. Beim Durchsehen der Figuren kann man alle diese Uebergänge bemerken. Meistens ist die Fläche von {111} ganz gut glänzend und giebt sehr gute Reflexe. Nur einige Krystalle zeigen verschiedene Störungen der Oberfläche, welche wir jetzt beschreiben wollen.

Hier können wir unterscheiden die Störungen durch Aetzung und durch Wachsthumserscheinungen. Bisweilen erscheint die Fläche von {111} vollständig matt, so dass wir keine einzelnen Aetzungserscheinungen unterscheiden können; dies kommt im Allgemeinen viel seltener vor, viel gewöhnlicher erscheint die Fläche von $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ matt, was schon G. Rose bemerkt hat. Doch sind in der Sammlung zwei bis drei Krystalle vorhanden, welche vollständig matte Flächen von {111} besitzen. Viel interessanter sind natürlich jene Krystalle, wo wir einzelne Aetzfiguren beobachten können. Diese Flächen werden später beschrieben werden (s. S. 452 und 453). In dieser Beziehung ist ausserordentlich interessant Nr. 20, welcher sehr grosse und tadellos ausgebildete Aetzfiguren giebt (s. S. 452).

Von den Wachsthumserscheinungen wollen wir zunächst die Streifung auf der Fläche von {111} erwähnen. Die Streifung geht parallel der Combinationskante (111) : (100). Die Ursache dieser Streifung liegt ohne Zweifel in der Schichtenstructur parallel der Fläche {100}, was an vielen Krystallen prachtvoll zu beobachten ist. Jene Krystalle, welche diese Structur besitzen und bei welchen gleichzeitig die einzelnen Schichten sehr dünn sind, zeigen in Folge dessen eine sehr feine Streifung auf der Fläche von {111}. Wenn diese Erscheinung parallel allen drei Flächen von {100} ausgeprägt ist, dann erscheinen auf der Fläche {111} drei Systeme von Streifungen, welche mit einander die Winkel 60° bilden.

Dieselbe Streifung tritt auf, wenn die Fläche {111} treppenförmig aufgebaut ist, indem sie entweder eine alternirende Wiederholung der Combination der {111} mit {100} (was öfters zu beobachten ist) oder mit anderen (hkk) darstellt.

Es sollen nun einige Beispiele von vicinaler Flächenbildung besprochen werden, welche auf der Basis $\{111\}$ zu beobachten sind. Diese Fläche giebt nur ganz selten gebrochene und unregelmässige Reflexe, meist ist sie ganz eben und einheitlich; die Vicinalflächen sind so orientirt, wie dies gewöhnlich beim Turmalin beobachtet wird, es erscheint nämlich an Stelle der Basis eine sehr flache, nur wenig von der Lage der genannten Fläche abweichende, trigonale Pyramide der positiven Reihe. Doch ist diese Erscheinung, welche an Turmalinen anderer Fundorte, z. B. den uralischen, eine so häufige ist, wie gesagt, bei den ceyloner Krystallen eine sehr seltene.

Häufiger als die oben erwähnte Erscheinung ist die folgende, dass nämlich die Basis bedeckt ist mit einzeln stehenden, meist mikroskopisch kleinen, manchmal aber auch mit dem freien Auge zu erkennenden Erhöhungen, welche ebenfalls die Gestalt trigonaler Pyramiden haben und, wie oben, der positiven Reihe angehören. Wie gross der Winkel ist, den die Flächen dieser Pyramiden mit der Basis $\{111\}$ bilden, ist, der geringen Dimensionen wegen, schwer zu sagen. Es erscheint am wahrscheinlichsten, dass die Flächen dieser Pyramiden der Form $\{100\}$ entsprechen. Die Spitze ist bisweilen wieder von $\{111\}$ abgestumpft. An einigen Krystallen ist die ganze Fläche von $\{111\}$ mit solchen kleinen Pyramiden bedeckt, was z. B. bei Nr. 90 der Fall ist.

Endlich sind Erscheinungen auf der Basis vorhanden, von welchen es schwer ist zu sagen, ob sie das Resultat von Aetzprocessen oder im Gegentheil das Resultat des Wachsthums sind. Ein besonders gutes Beispiel hiefür bietet Krystall Nr. 19 dar, dessen Basis in der Fig. 30 auf Taf. XI abgebildet ist.

Wir bemerken hier drei Systeme von Furchen, welche mit einander die Winkel 60^0 bilden. Jede einzelne dieser Furchen wird gebildet von zwei keilförmig geneigten, gut spiegelnden Flächen (a_1 -a_2, -a_3 -a_4, -a_5 -a_6), welche, wie die Messungen ergeben haben, der Pyramide der zweiten Art $\{17.5.11\}$ angehören. Viele andere Krystalle zeigen dieselbe Erscheinung, von der es, wie gesagt, ebenfalls sehr schwer zu sagen ist, ob sie das Resultat der Aetzung ist; viel wahrscheinlicher erscheint es mir, dass es nur eine sonderbare Structurerscheinung ist. Ausser der genannten Pyramide $\{17.5.11\}$ fand ich noch die folgenden Formen $\{423\}$, $\{29.\bar{1}.14\}$, $\{9\bar{1}4\}$ an solchen Furchen ausgebildet.

Die Form $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{000\bar{1}\}$, **0R** kommt viel seltener vor, auch an den ceyloner Krystallen habe ich dies bestätigt gefunden. Sie zeigt keine besonderen Erscheinungen, nur bisweilen ist sie matt, was bei $\{111\}$ seltener der Fall ist. Viele Krystalle (z. B. Nr. 80, s. Fig. 47, Taf. XI) zeigen auf dieser Fläche sehr scharfe Aetzfiguren (s. S. 453). An einigen Krystallen

ist die Form sehr stark ausgebildet, so dass sie als herrschende bezeichnet werden kann.

Die Form {**433**}, {**1.0.$\bar{1}$.10**}, $\frac{1}{10}$**R** ist neu, aber sehr fraglich, sie ist nur an dem Krystalle Nr. 20 ausgebildet, dazu sehr originell. An diesem Krystalle findet man auf der Basis prachtvolle Aetzfiguren, welche ganz symmetrisch zu den Kanten (100):(111) liegen; sie werden begrenzt von je drei Flächen der Form {212}, welche sehr genau messbar sind. Mit Hülfe des Mikroskops bemerkt man aber, dass die Kanten dieser Aetzfiguren wiederum, und zwar, wie es scheint, symmetrisch abgestumpft sind durch eine ebene Fläche. Leider gestattet die Kleinheit der Flächen keine sicheren Messungen des Winkels und ihrer symmetrischen Lage, weshalb die Form als unsicher zu betrachten ist. Fig. 46, Taf. XI zeigt diese Aetzfiguren.

In der Reihe der positiven trigonalen Pyramiden ist sie die am nächsten zur Basis gelegene, sie bildet nämlich mit derselben 2° 29,2′.

Die Form {**211**}, {**1014**}, $\frac{1}{4}$**R** wurde schon von Haüy beobachtet, und später hat man sie an den Turmalinen von vielen Vorkommen aufgefunden, so dass sie überhaupt keine besonders seltene Form für den Turmalin darstellt. Doch beobachtet man sie nicht zu oft. An meinen Krystallen habe ich sie an den Krystallen Nr. 20, 32, 70 bemerkt. Sie ist nie herrschend, doch ist sie an dem Krystalle 70 sehr gut ausgebildet. Die Combination des Krystalls zeigt uns Fig. 17, Taf. IX. Der Krystall zeigt drei gut ausgebildete Flächen von {211}. Bei allen anderen Krystallen ist die Form {211} überall sehr untergeordnet, dadurch natürlich bedingt diese Form keinen speciellen Habitus der Krystalle.

Die ihr entsprechende Form {**$\bar{2}\bar{1}\bar{1}$**}, {**$\bar{1}$014**}, $\frac{1}{4}$**R** habe ich nur an einem einzigen Krystalle, nämlich an Nr. 41, bemerkt (s. Fig. 15, Taf. IX). Die Flächen sind sehr gross, doch fast ganz matt, so dass die Messungen etwas erschwert sind. Ich habe jedoch ziemlich genaue Werthe bekommen, drei Flächen haben ergeben:

	Gemessen:			Mittel:	Ber.:	Diff.:
$(\bar{2}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ =	7° 20,5′	7° 17′	7° 16,5′	7° 17,75′	7° 25,8′	0° 8′

Die Form steht also ohne Zweifel absolut fest.

An dem analogen Pole bildet sie die einzige trigonale Pyramide, welche zwischen {$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$} und {$\bar{1}$00} liegt.

Die Form {**311**}, {**2025**}, $\frac{2}{5}$**R** ist für Turmalin neu. Sie wurde von mir an dem Krystalle Nr. 46 (Fig. 16, Taf. IX) beobachtet. Hier bemerkt man eine ziemlich grosse, aber sehr grob gestreifte Fläche, deren Streifung parallel der (111):(311) geht. Diese Form wurde an keinem anderen Krystalle bemerkt.

Die Form {**411**}, {**10$\bar{1}$2**}, $\frac{1}{2}$**R** gehört zu den seltensten Formen beim Turmalin. Obgleich schon von Haüy aufgefunden, wurde sie doch später von vielen Autoren nicht angenommen. Sie ist nämlich sehr selten, nichtsdestoweniger ganz sicher. An den ceyloner Krystallen habe ich sie an Nr. 24 und 67 beobachtet.

An Nr. 24 ist diese Form ganz deutlich ausgebildet, alle drei Combinationskanten (100):(111) sind an demselben von sehr schmalen Flächen abgestumpft. Eine von diesen Flächen gehört der Form {711}, die andere wahrscheinlich ebenfalls, die dritte aber der Form {411} an. Sie ist sehr schmal, giebt aber scharfe, gut einstellbare Reflexe.

An Krystall Nr. 67 treffen wir eine sehr gross ausgebildete Fläche von {411}, welche sogar im Allgemeinen zu den herrschenden Formen gehört. Sie ist jedoch sehr stark gestreift parallel der Kante (411):(111), wodurch ein etwas gestörtes Reflexbild bedingt wird, immerhin ist es aber möglich, die Zugehörigkeit dieser Fläche zur Form {411} fest zu constatiren. In dieser Beziehung ist dieser Krystall sehr interessant.

Die Form {**511**}, {**40$\bar{4}$7**}, $\frac{4}{7}$**R** wurde nur an einem Krystalle bestimmt, nämlich an Nr. 72. Hier finden wir zwei Flächen von dieser Form, welche sehr schlecht ausgebildet, immerhin aber doch messbar sind. Die Messungen an beiden Flächen haben ergeben:

	Gemessen:		Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(511):(111) =	16° 26′	16° 55′	16° 40,5′	16° 36′	0° 4,5′
(511):(100)	11 18	10 37	10 52,5	10 57,1	0 4,6

Diese Werthe erlauben die Form als sicher zu bezeichnen. Sie ist für Turmalin neu.

Die Form {**711**}, {**20$\bar{2}$3**}, $\frac{2}{3}$**R** ist sehr gut an Nr. 24 ausgebildet. Hier findet man eine kleine, aber stark glänzende Fläche, welche die Combinationskante (100):(111) abstumpft. Die Messung dieser Fläche mit zwei verschiedenen Incidenzwinkeln ergab die folgenden Werthe:

	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(711):(111) =	19° 6′—19° 11′	19° 8,5′	19° 10,7′	0° 2,2′
(711):(100)	8 27 — 8 24	8 25,5	8 22,4	0 3,1

Die kleine Differenz zwischen den Messungen mit verschiedenen Incidenzwinkeln rührt ohne Zweifel davon her, dass die Einstellungen der Reflexbilder bei verkleinerndem Ocular weniger genau sind. Die Differenzen sind indessen so geringfügig, dass an der Richtigkeit des Symbols der Fläche kein Zweifel existiren kann.

Die Form ist überhaupt für Turmalin neu.

Die Form {**31.1.1**}, {**10.0.$\bar{10}$.11**}, $\frac{10}{11}$**R** zeigt Krystall Nr. 68, doch ist es schwer, genau zu bestimmen, ob wir hier die Form {31.1.1} oder irgend

eine nahe liegende, wie {29.1.1} oder {30.1.1}, vor uns haben, weil die Differenzen zwischen allen diesen Formen nur einige Minuten betragen, die Messungen der Fläche selbst aber innerhalb 0° 7′ schwanken.

Es wurden gemessen:

		Gemessen:	Mittel:	Berechnet:
(31.1.1) : (111)	=	25° 12′	25° 12′	25° 22,5′
(31.1.1) : (100)	(bess. Mess.)	2 8 — 2° 15,5′	2 11,75	2 10,6

Die Form also kann demnach nur als wahrscheinlich zu {31.1.1} gehörig bezeichnet werden.

Die gewöhnlichste Form für Turmalin ist **{100}**, **$\{10\bar{1}1\}$**, **R**. Sie wurde schon von den allerersten Beobachtern des Turmalins bestimmt, zusammen mit $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{1\bar{1}1\}$, {101} und $\{1\bar{1}0\}$. Wir finden sie schon bei Romé de l'Isle[1]), Haüy[2]) u. s. w. Nur sehr wenige Vorkommen liefern Krystalle ohne diese Form — [einige Krystalle von Brasilien (von San João Baptista) und von Paris, Maine]. Manchmal erscheint sie ganz untergeordnet, beispielsweise an Krystallen von Haddam, von Snarum in Norwegen. Auch die uralischen Rubellite zeigen oft nur gross ausgebildet {111} oder $\{1\bar{1}1\}$ und die Flächen {100} sehr untergeordnet, wie noch viele andere Vorkommen. Sie ist eine der häufigsten Formen und man kann sagen, dass die gewöhnlichste Combination für Turmalin überhaupt {100}, $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{1\bar{1}0\}$ ist.

Selbstverständlich ist sie auch an den ceyloner Krystallen die gewöhnlichste Form und gleichzeitig der Träger der Combination, da die ceyloner Krystalle durch eine für den Turmalin sonst ungewöhnlich geringe Entwickelung der Flächen der Prismenzone vom rhomboëdrischem Habitus sind. Nur sehr wenige Krystalle habe ich gefunden, wo diese Form sehr untergeordnet ist. Von diesen mag Nr. 67 erwähnt werden, bei welchem die Flächen von {100} an dem antilogen Pole so klein sind, dass es schwer ist, auch mit dem Goniometer sie zu finden (siehe Beschreibung von diesem Krystall S. 372).

Die Formen {100} und $\{\bar{1}00\}$ sollen zusammen beschrieben werden, weil dadurch ein besserer Vergleich derselben möglich ist. Schon beim ersten Anblick kann man bemerken, dass die beiden Flächen {100} und $\{\bar{1}00\}$ stark verschieden sind. Der Hauptunterschied liegt natürlich in der Streifung. In Fig. 31 und 32, Taf. XI ist dieser Unterschied dargestellt, selbstverständlich in idealisirter Weise.

Auf den Flächen von {100} bemerkt man eine Streifung, welche parallel der Combinationskante von (100) : $(1\bar{1}1)$ verläuft, also parallel der kurzen Diagonale der Fläche. Diese Streifung ist fast immer vorhanden und bietet ein wechselndes Aussehen, bald ist dieselbe so fein, dass wir sie nur mit

1) l. c. 2) l. c.

dem Mikroskop bemerken können, bald so grob, dass man die einzelnen Flächen der Streifung sehen und messen kann. Die Ursache der Streifung liegt ohne Zweifel in alternirender Wiederholung der Flächen von verschiedenen Formen, welche in der Zone $[100, 1\bar{1}1]$ liegen. An sehr vielen Krystallen können wir diese Erscheinung gut constatiren, wenn die einzelnen Flächen der Streifung so gross sind, dass man sie messen kann. Besonders oft wurde die Form $\{4\bar{1}1\}$ als Hauptursache der Streifung festgestellt. Am Goniometer zeigten die Krystalle beim Einstellen der Zone $[100, 111]$ Reflexbilder, welche rechts und links vom Signale von $\{100\}$ gelegen sind, dieselben sind jedoch meist so undeutlich, dass sie für Messungen ganz unbrauchbar sind. Dazu liegt die Mehrzahl von ihnen so nahe zur Fläche (100), dass sie Winkel von 1^0, 2^0, 3^0 mit (100) bildet. So nahe zu $\{100\}$ gelegene Formen bilden aber selbst wieder mit einander so kleine Winkel, dass es unmöglich ist, zu bestimmen, welche von denselben vorhanden ist. Näheres ist bei der Beschreibung der Zone $[100, 1\bar{1}1]$ angegeben (siehe S. 330). Die zweite Ursache, welche die Streifung parallel der Kante $(100):(1\bar{1}1)$ hervorruft, ist die stark ausgebildete Fortwachsung, welche an diesen Krystallen sehr scharf zu beobachten ist. Die Flächen $\{100\}$ sind bedeckt mit zahlreichen kleinen Fortwachsungsindividuen von verschiedener Art. Die am einfachsten ausgebildeten Individuen sehen so aus, wie dies Fig. 34, Taf. XI zeigt. Es sind lange, vierseitige Erhöhungen, die von zwei Flächen, welche in der Zone $[100, 1\bar{1}1]$ liegen (a—b) und von zwei Flächen (c—d), welche in der Zone $[100, 111]$ liegen, gebildet werden. Diese Individuen sehen aus wie kleine auf $\{100\}$ aufgewachsene Krystalle, sind es in Wirklichkeit aber nicht, auch ihre Flächen sind keine wirklichen Krystallflächen. Bei genauerer Untersuchung der Individuen bemerkt man nämlich, dass sie eine sehr deutliche Schichtenstructur nach der Fläche von $\{100\}$ haben, durch welche eine Streifung bedingt wird, die an den Flächen a und b parallel der Kante $a:b$, an den Flächen c und d parallel $c:(100)$ oder $d:(100)$ verläuft. Die regelmässige Form des Individuums selbst hängt davon ab, ob die Schichten auf einander regelmässig abgelagert sind oder nicht. Wenn jede nächste Schicht regelmässig kleiner und kleiner wird, so entsteht ein ganz regelmässiges Gebilde, dessen Neigungen von a und b sowie c und d zu (100) dieselben sein werden. Die Art der Ausbildung solcher regelmässigen Individuen zeigt Fig. 35 auf Taf. XI (natürlich sind die Zeichnungen idealisirt).

Wird diese Schichtenablagerung eine unregelmässige, d. h. einseitige, indem die Kante jeder folgenden Schicht mehr nach rechts oder nach links rückt, dann entstehen Figuren, wie die in Fig. 36, Taf. XI abgebildeten. Solche unregelmässig ausgebildete Individuen sind noch öfter zu beobachten, als die ganz regelmässigen. Bei diesen Individuen haben die Seitenflächen a und b ganz verschiedene Neigung, so z. B.:

a : (100) $3^0 20'$
b : (100) $5^0 5'$ u. s. w.

Würde man diese Flächen als wirkliche Krystallflächen betrachten, so würden sich eine ganze Reihe von Flächen ergeben je nach den Schichten zu (100). Wird der Aufbau dieser Flächen so fein, dass die einzelnen Schichten nicht mehr zu beobachten sind, so können wir ziemlich gute Reflexe erhalten, welche bei den Messungen mit verschiedenen Incidenzwinkeln keine Schwankungen geben, indessen sind auch diese Flächen keine wirklichen Krystallflächen. Dasselbe gilt natürlich für die Flächen c und d, welche dieselben Erscheinungen zeigen.

Bei einer Anzahl Krystalle zeigen sich Fortwachsungsindividuen, welche einen anderen Habitus aufweisen, als die eben beschriebenen. Von diesen wollen wir zuerst solche nennen, wie sie in der Fig. 37, Taf. XI abgebildet sind. Sie sind ebenfalls aus Schichten parallel der Fläche von {100} aufgebaut; ihre Abgrenzungsflächen sind aber andere, nämlich zwei Flächen (a—b) in der Zone [100, $1\bar{1}1$], eine Fläche (d) in der Zone [111, 100] und endlich, was den Unterschied von den ersteren bedingt, zwei Flächen (r—m), welche in der Zone [100, 101] gelegen sind, deren Kanten also parallel (100):(101) verlaufen. Auch an diesen Individuen beobachtet man dieselben Erscheinungen und verschiedenen Habitus, wie bei den früher beschriebenen. Diese Art der Wachsthumsindividuen ist jedoch im Allgemeinen seltener, und die Individuen sind sehr klein, manchmal ganz mikroskopisch. Diese bilden gleichsam einen Uebergang zur nächsten Art, welche in der Fig. 38, Taf. XI abgebildet sind. Man braucht sich nur vorzustellen, dass die Flächen r und m, sowie a und b etwas gerundet werden, um zu den abgebildeten keilförmigen Individuen zu gelangen. Diese Wachsthumserscheinungen kommen indessen beim ceyloner Turmalin viel seltener vor, als bei dem anderer Fundorte, z. B. an russischen Turmalinen von Sarapulka habe ich dieselben öfters beobachtet.

Alle diese Gebilde sind schwer messbar und geben keine brauchbaren Winkelwerthe, es sind jedoch eine Anzahl Krystalle vorhanden, welche mit so grossen Wachsthumsindividuen bedeckt sind, dass dieselben wirkliche und ganz genau messbare Krystallflächen zeigen. Das beste Beispiel dafür ist Nr. 33. Derselbe trägt auf der Fläche von {100} ein sehr gut ausgebildes Wachsthumsindividuum, welches in Fig. 39, Taf. XI abgebildet ist. Wie aus der Zeichnung zu ersehen, hat dasselbe eine ganz complicirte Combination, nämlich: oben die Fläche R, welche (100) parallel ist, dann in der Zone [100, $1\bar{1}1$] zwei Flächen von {$4\bar{1}1$}w und zwei von {$2\bar{1}1$}x. Die vier letzten Flächen sind gerundet und nur approximativ messbar. Weiter liegen in derselben Zone zwei Flächen c, welche zu ($1\bar{1}1$) gehören und sehr gut reflectiren. In der Zone [100, 111] finden sich prachtvoll ausgebildete Prismenflächen {$2\bar{1}\bar{1}$}s, welche jedoch in der Zeichnung,

die zur Prismenzone senkrecht steht, nicht zu sehen sind. Dann folgt in vorzüglicher Ausbildung, gross und gut spiegelnd die Fläche $\{3\bar{1}\bar{1}\}d$, ferner $\{4\bar{1}\bar{1}\}p$ und eine gerundete Fläche ?, welche nur approximativ messbar ist, und etwa der $\{8\bar{1}\bar{1}\}$ entspricht, weiterhin $R\{100\}$, und endlich eine ganz gerundete Fläche ?. Dazu kommen noch die Flächen von $\{3\bar{2}0\}u$, $\{2\bar{1}0\}t$, und zwei schwer messbare Flächen ? in der Zone $[?x]$. Alle diese Flächen sind ohne Zweifel schon wirkliche Krystallflächen und dieses Beispiel zeigt deutlich, dass wohl in einzelnen Fällen die Flächen solcher Wachsthumsindividuen als echte Krystallflächen betrachtet werden können, dass aber im Allgemeinen, wie gesagt, ihnen dieser Charakter abgesprochen werden muss. Dass die Schichtenablagerung wirklich parallel den Flächen von $\{100\}$ geht, ist an einer Anzahl von Krystallen sehr deutich zu beobachten, ganz besonders gut aber an Krystall Nr. 62. Derselbe zeigt an der Stelle der Basis eine Vertiefung und in dieser sieht man eine scharf ausgebildete Schichtenstructur, wobei die sehr dicken Schichten parallel allen drei Flächen von $\{100\}$ abgegrenzt sind. Diese Erscheinung ist in Fig. 40, Taf. XI zu sehen. Dieselbe Structur ruft natürlich die Streifung auf der Fläche von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{1\bar{1}0\}$ parallel den Combinationskanten dieser Formen mit (100) hervor (siehe Fig. 33, Taf. XI und S. 351).

Ausser der beschriebenen Streifung parallel $(100):(1\bar{1}1)$ beobachtet man ferner an den Flächen von $\{100\}$ eine Streifung, welche parallel $(100):(111)$ geht. Sie ist indessen viel seltener, nie besonders gut ausgebildet und hängt entweder von der Schichtenstructur nach (111) ab, oder von denselben Fortwachsungsindividuen, welche wie schon gesagt, immer die Flächen c und d gestreift haben.

Die Messungen in der Zone $[111, 100]$, sowie in der Zone $[100, 1\bar{1}1]$ liefern daher keine einfachen Reflexe von (100), sondern neben einem guten und hellen Reflexbilde noch eine Anzahl schwächere Reflexe, was aber die Messungen wenig beeinträchtigt, weil es immer ganz leicht ist, das richtige Reflexbild von $\{100\}$ zu unterscheiden.

Eine noch seltenere Streifung auf den Flächen von $\{100\}$ geht bisweilen parallel den Kanten $(100):(101)$. Die Ursache ist wahrscheinlich eine Schichtenablagerung parallel den Flächen von $\{101\}$, oder aber parallel den Flächen von $\{1\bar{1}0\}$. Diese Streifung ist immer sehr fein und mit blossem Auge kaum bemerkbar. An den Turmalinen aber von anderen Vorkommen ist sie bisweilen stark ausgeprägt, wie das bei den uralischen, jenen von Wolkenburg und anderen Turmalinen der Fall ist. Wie aus dem Gesagten ersichtlich, haben die Flächen von $\{100\}$ viele verschiedene Störungen der Oberfläche, was für sie so charakteristisch ist, dass sie leicht selbst an kleinen Bruchstücken, welche nur zwei, drei Flächen haben, zu unterscheiden sind.

Andererseits haben aber auch einige Krystalle sehr vollkommen ausgebildete Flächen von $\{100\}$ ohne jedwede Störung der Oberfläche, welche sehr genaue Messungen gestatten. Die Flächen von $\{\bar{1}00\}$ haben eine ganz andere Ausbildung. Sie zeigen, was sie besonders von den Flächen $\{100\}$ unterscheidet, keinerlei Streifung parallel der Kante $(\bar{1}00):(\bar{1}1\bar{1})$, welche so stark an den Flächen von $\{100\}$ ausgeprägt ist. Im Gegentheil bemerken wir hier eine sehr starke Streifung parallel den Kanten $(\bar{1}00):(\bar{1}0\bar{1})$ (siehe Fig. 32, Taf. XI).

Auch sonst ist die Flächenbeschaffenheit von jener der $\{100\}$-Flächen eine verschiedene. Sie sind glänzender und homogener und die Fortwachsungserscheinungen jener Flächen fehlen. Dafür treten, wenn auch verhältnissmässig selten, Fortwachsungen auf, welche zu ganz anderer Ausbildung der Individuen führen. Diese sind oben begrenzt von einer grossen Fläche $\{\bar{1}00\}$ und die Seitenflächen sind ditrigonale Pyramiden, welche in der Zone $[\bar{1}00, \bar{1}0\bar{1}]$ liegen. Die Individuen sind so flach, dass es ganz unmöglich ist, diese Formen zu messen. Die Ausbildung der Individuen stimmt also mit dem Charakter der Streifung auf den Flächen der $\{\bar{1}00\}$ vollständig überein. Individuen mit anderer Ausbildung kommen fast nie vor. Unter anderen Flächeneigenschaften zeigt sich bisweilen auch eine sonderbare Art der Aetzung der Flächen von $\{\bar{1}00\}$, indem die Aetzung nicht die ganze Fläche regelmässig ergriffen hat, diese vielmehr ganz glänzend geblieben ist und nur durchfurcht wird von überall hin verlaufenden kleinen kanalähnlichen Vertiefungen, welche eine merkwürdige Zeichnung auf der Fläche hervorrufen.

Die anderen Aetzerscheinungen auf den Flächen von $\{100\}$ und $\{\bar{1}00\}$ werden später (S. 453) beschrieben werden.

Die Form $\{\mathbf{59.\bar{1}.\bar{1}}\}$, $\{\mathbf{20.0.\overline{20}.19}\}$, $\frac{20}{19}\mathbf{R}$ ist sehr schwer mit Sicherheit zu bestimmen, da die in diesem Theile der Projection gelegenen Formen sich nur um einige Minuten von einander unterscheiden, wie z. B. $\{58.\bar{1}.\bar{1}\}$, $\{60.\bar{1}.\bar{1}\}$ u. s. w. Das Symbol dieser Fläche, welche am Krystall Nr. 4 beobachtet wurde, ist daher, obgleich sie gute Messungen erlaubte, kein sicheres. Ich habe gefunden:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(59.\bar{1}.\bar{1}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	61° 12′	61° 13,2′	0° 1,2′
$(59.\bar{1}.\bar{1}):(100)$	1 16,5	1 13,3	0 3,2

Wie schon bei der Beschreibung der Flächen von $\{100\}$ gesagt wurde, kann man fast auf jedem Krystalle Flächen von Fortwachsungsindividuen finden, welche verschiedene Winkel von einigen Minuten bis zu einigen Graden mit den Flächen von $\{100\}$ bilden. Wollte man dieselben alle als wirkliche Krystallflächen betrachten, so würden wir eine kolossale Reihe von Formen mit complicirten Indices bekommen, wie solche $\{60.\bar{1}.\bar{1}\}$, $\{70.\bar{1}.\bar{1}\}$

u. s. w., in der die neben einander liegenden Formen nur durch wenige Minuten unterschieden würden, wie z. B.:

$$(80.\bar{1}.\bar{1}):(111) = 28^0 26' 52''$$
$$(77.\bar{1}.\bar{1}):(111) \quad 28\ 28\ 59$$

welche von einander nur um $0^0 2' 7''$ abweichen; noch weniger als um eine Minute würden sich die Formen $\{80.\bar{1}.\bar{1}\}$ und $\{79.\bar{1}.\bar{1}\}$ unterscheiden.

Natürlich kann man diesen Flächen keine Formensymbole geben, man kann aber nur sagen, dass neben {100} viele Formen liegen, welche zur genaueren Bestimmung nicht geeignet sind.

Eine von diesen Formen ist gerade auch $\{59.\bar{1}.\bar{1}\}$.

Mit bedeutend grösserer Sicherheit können wir die Form **$\{14.\bar{1}.\bar{1}\}$**, **{50.5.4}**, **$\frac{5}{4}R$** constatiren, welche an einigen Krystallen, wenn auch schlecht ausgebildet, vorkommt. An zwei Krystallen Nr. 15 und 63 zeigte diese Form eine bessere Beschaffenheit. Die Messungen geben für beide Flächen:

	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(14.\bar{1}.\bar{1}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	$56^0 36'$—$56^0 44'$	$56^0 40'$	$56^0 53{,}5'$	$0^0 13{,}5'$
$(14.\bar{1}.\bar{1}):(100)$	5 35 — 5 49	5 42	5 33,5	0 8,5
$(14.\bar{1}.\bar{1}):(3\bar{1}\bar{1})$	—	31 6	31 17,2	0 11,2
$(14.\bar{1}.\bar{1}):(4\bar{1}\bar{1})$	—	19 11	19 24,8	0 13,8

Alle Werthe stimmen mit den berechneten ziemlich schlecht, nichtsdestoweniger kann man sie als sicher bezeichnen, da die nächstliegende Form $\{13.\bar{1}.\bar{1}\}$, $\{14.0.\bar{14}.11\}$, $\frac{14}{11}R$

	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(13.\bar{1}.\bar{1}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	$56^0 40'$	$56^0 24{,}9'$	$0^0 15{,}1'$
$(13.\bar{1}.\bar{1}):(100)$	5 42	6 2	0 20
$(13.\bar{1}.\bar{1}):(3\bar{1}\bar{1})$	31 6	30 48,7	0 17,3
$(13.\bar{1}.\bar{1}):(4\bar{1}\bar{1})$	19 11	18 56,2	0 14,8

noch viel schlechter stimmende Werthe ergeben würde, als $\{14.\bar{1}.\bar{1}\}$ und weil ferner der besser messbare Winkel, nämlich $(14.\bar{1}.\bar{1}):(100)$ mit den berechneten Werthen besser stimmt als die anderen.

Die Form **$\{9\bar{1}\bar{1}\}$**, **$\{10.0.\bar{10}.7\}$**, **$\frac{10}{7}R$** wurde an einigen Krystallen gefunden, doch ist sie stets schlecht ausgebildet. In etwas besserer Ausbildung findet sie sich an den Krystallen Nr. 68 und 67.

Nr. 67 hat eine bessere Fläche. Sie giebt bei der Messung:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(9\bar{1}\bar{1}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	$53^0 34'$	$53^0 18{,}2'$	+ 15,8'
$(9\bar{1}\bar{1}):(3\bar{1}\bar{1})$	27 45	27 42	+ 3
$(9\bar{1}\bar{1}):(4\bar{1}\bar{1})$	16 10	15 49,5	+ 20,5
$(9\bar{1}\bar{1}):(100)$	8 58	9 8,7	— 10,7

Die Differenzen sind nicht so gross, um diese Form als fraglich be-

zeichnen zu müssen, um so mehr als bei diesem Krystalle die am besten ausgebildeten Flächen ziemlich grosse Differenzen zeigen. An Nr. 68 findet sich noch eine schlechter ausgebildete Fläche, welche nur approximative Messungen erlaubt. Sie giebt nämlich

$(9\bar{1}\bar{1}):(100)$ =	10° 2′	9° 8,7′
$(9\bar{1}\bar{1}):(2\bar{1}\bar{1})$	52 26,5	53 18,2

Auf Grund von diesen Messungen wäre es natürlich schwer zu sagen, ob hier die Form $\{9\bar{1}\bar{1}\}$ oder $\{8\bar{1}\bar{1}\}$ vorliegt; eine ähnliche wahrscheinlich zu dieser Form gehörige Fläche findet sich noch am Krystall Nr. 33.

Die Form **$\{13.\bar{2}.\bar{2}\}$**, **$\{50\bar{5}3\}$**, **$\frac{5}{3}R$** wurde nur an einem Krystalle, dazu schlecht ausgebildet, bemerkt. Nämlich an Nr. 32 findet sich eine Fläche, welche giebt:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(13.\bar{2}.\bar{2}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	49° 23,5′	48° 59,5′	0° 36′
$(13.\bar{2}.\bar{2}):(3\bar{1}\bar{1})$	23 39	23 23,3	0 15,7
$(13.\bar{2}.\bar{2}):(4\bar{1}\bar{1})$	12 14	11 30,8	0 43,2
$(13.\bar{2}.\bar{2}):(100)$	13 11	13 27,4	0 16,4

Die besten Messungen sind hier die von $(13.\bar{2}.\bar{2}):(3\bar{1}\bar{1})$ und $(13.\bar{2}.\bar{2}):(100)$, auf Grund deren diese Form in die Formentabelle, wenn auch als fraglich, aufgenommen wurde.

Die Form **$\{11.\bar{2}.\bar{2}\}$**, **$\{13.0.\bar{13}.7\}$**, **$\frac{13}{7}R$** ist ziemlich gut an Nr. 68 ausgebildet. Die Messung der einen Fläche mit verkleinerndem Ocular hat ergeben:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(11.\bar{2}.\bar{2}):(100)$ =	16° 1′	16° 32,6′	0° 31,6′
$(11.\bar{2}.\bar{2}):(3\bar{1}\bar{1})$	19 59	20 18,1	0 19,1
$(11.\bar{2}.\bar{2}):(2\bar{1}\bar{1})$	45 36,5	45 44,3	0 7,8

Es existirt keine andere einfache Form, welche mit den Messungen besser übereinstimmte, weshalb diese Form als $\{11.\bar{2}.\bar{2}\}$, wenn auch als etwas fraglich, zu bezeichnen wäre.

Die Form **$\{511\}$**, **$\{20\bar{2}1\}$**, **$2R$** ist für Turmalin neu. Es war besonders interessant, diese einfache Form zu finden, da in der negativen Reihe die Pyramide $\{1\bar{1}\bar{1}\}$, welche denselben Winkel mit $\{111\}$ bildet, die gewöhnlichste für Turmaline ist. Diese Form fand sich nur an einem Krystalle gut ausgebildet, nämlich an Nr. 23 (Fig. 18, Taf. IX) mit einer kleinen, aber sehr gut spiegelnden Fläche, welche ein gutes Reflexbild lieferte.

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(5\bar{1}\bar{1}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	43° 37′	43° 47′	0° 10′
$(5\bar{1}\bar{1}):(3\bar{1}\bar{1})$	18 0,5	18 10,8	0 10,3

Diese Werthe zeigen, dass hier ohne Zweifel eine Fläche von $\{5\bar{1}\bar{1}\}$ vorliegt. Derselbe Krystall ist auch noch dadurch sehr interessant, dass

er eine ganze Reihe von trigonalen Pyramiden, von welchen einige ebenfalls neu sind, aufweist (s. Beschreibung von diesem Krystalle S. 369).

In der Reihe der positiven trigonalen Pyramiden kommt in Bezug auf Häufigkeit nach den Pyramiden $\{100\}$ und $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ die Form $\{41\bar{1}\}$, $\{50\bar{5}2\}$, $\frac{5}{2}$**R**. Sie wurde an vielen Krystallen von Ceylon gefunden, wie sie überhaupt für Turmalin keine seltene Form ist. Trotz ihrer Häufigkeit ist sie nie besonders gut ausgebildet, noch weniger vorherrschend. Nur Krystall Nr. 22 zeigt eine breite Fläche dieser Form, bei allen anderen ist sie stark untergeordnet.

Vergleicht man die Werthe, welche die Messungen dieser Form ergeben, so findet man die merkwürdige Thatsache, dass sie alle nur schlecht mit den berechneten Werthen übereinstimmen, aber so, dass, die Werthe für $(4\bar{1}\bar{1}):(2\bar{1}\bar{1})$ fast alle kleiner und diejenigen für $(4\bar{1}\bar{1}):(100)$ grösser sind als die berechneten. Dadurch bekommen wir als Mittelwerthe:

	Grenzen:	Zahl der Mess.:	Zahl der Kryst.:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(4\bar{1}\bar{1}):(100) =$	24° 46′—25° 36′	11	10	25° 16′	24° 58,2′	0° 17,8′
$(4\bar{1}\bar{1}):(2\bar{1}\bar{1})$	36 38 —38 0	12	11	37 19,2	37 28,7	0 9,5
$(4\bar{1}\bar{1}):(3\bar{1}\bar{1})$	11 0 —12 11,5	13	12	11 32,9	11 52,5	0 19,6

Die Mittelwerthe sind demnach, obgleich eine ziemlich grosse Zahl Winkel gemessen wurden, sehr schlecht. Die Mehrzahl der Flächen von $\{4\bar{1}\bar{1}\}$ liegen etwas näher an $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, als es der Fall sein soll. Wollte man das einfache Zeichen der Form nicht gelten lassen, so müssten wir ein ausserordentlich complicirtes Symbol für diese Fläche annehmen, weil die Differenz nie mehr als 0° 15′—0° 30′ ist. Die Abweichung dieser Fläche von ihrer normalen Lage ist entweder eine Folge des unparallelen Baues des Krystalles oder eine Vicinalerscheinung.

Wie gesagt, haben nur einige Krystalle diese Form stärker entwickelt, Nr. 22 (Fig. 3a, Taf. VIII), 67, 67a (Fig. 25, Taf. X) zeigen besonders grosse Flächen, welche überdies gut glänzend sind, was bei den meisten anderen Krystallen nicht der Fall ist. Diese zwei letzten Krystalle geben sehr genaue Werthe, nämlich

	22.	67.	Berechnet:
$(4\bar{1}\bar{1}):(100) =$	24° 57,5′	25° 8′	24° 58,2′
$(4\bar{1}\bar{1}):(2\bar{1}\bar{1})$	37 27,5	37 24	37 28,7
$(4\bar{1}\bar{1}):(3\bar{1}\bar{1})$	11 52	11 35	11 52,5
$(4\bar{1}\bar{1}):(2\bar{1}0)$	—	{ 15 16,5 15 22,5	15 22,3

Die Form $\{\bar{4}11\}$, $\{\bar{5}05\bar{2}\}$, $\frac{5}{2}$**R** habe ich nur an einem Krystalle, nämlich Nr. 34 (Fig. 28, Taf. X), bemerkt. Wie aus der Tabelle ersichtlich,

geben die Messungen ziemlich grosse Differenzen, trotz alledem ist die Form ohne Zweifel.

Die Form $\{11.\bar{3}.\bar{3}\}$, $\{14.0.\bar{14}.5\}$, $\frac{1}{5}{}^{4}R$ wurde nur einmal, am Krystalle 23 (Fig. 18, Taf. IX), bemerkt, und zwar mit einer einzigen kleinen, ziemlich gut ausgebildeten Fläche. Die Messungen stimmen gut mit den berechneten Werthen.

	Beobachtet:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(11.\bar{3}.\bar{3}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	34° 27,5′—34° 38′	34° 32,75′	34° 23,5′	0° 9,25′
$(11.\bar{3}.\bar{3}):(3\bar{1}\bar{1})$	8 47,5 — 8 59,5	8 53,5	8 47,5	0 6
$(11.\bar{3}.\bar{3}):(5\bar{1}\bar{1})$	9 1 — 9 9,5	9 5,25	9 23,3	0 18

Die Werthe geben keine Ursache, an der Natur der Form zu zweifeln. Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{7\bar{2}\bar{2}\}$, $\{30\bar{3}1\}$, $3R$ ist für Turmalin ebenfalls neu. Sie ist nur an dem Krystalle Nr. 23 (Fig. 18, Taf. IX) deutlich ausgebildet, an dem sie auch durch Messungen genau bestimmt werden konnte. An zwei anderen Krystallen, nämlich Nr. 6 und 62, ist sie der schlechten Ausbildung wegen schwer bestimmbar.

Der Krystall Nr. 23, welcher ausserdem eine ganze Reihe der seltenen Trigonalpyramiden zeigt, hat zwei Flächen dieser Form entwickelt, von denen eine etwas besser (I) als die andere (II) ausgebildet ist. Die Messungen ergaben

	I.	II.	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(7\bar{2}\bar{2}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	32° 7′—32° 12′	32° 24,5′	32° 14,5′	32° 34,5′	0° 20′
$(7\bar{2}\bar{2}):(5\bar{1}\bar{1})$	11 25	—	11 25	11 12,4	0 14,6

Die Differenzen sind verhältnissmässig sehr gross, es besteht jedoch kein Zweifel, dass wir hier die Form $\{7\bar{2}\bar{2}\}$ vor uns haben, anderenfalls wären wir sonst gezwungen, ein höchst complicirtes Symbol anzunehmen, da gerade an dieser Stelle der Projection die kleinste Veränderung im Symbole eine sehr grosse Differenz in den Werthen ergiebt. Die Form ist also ohne Zweifel.

Die Form $\{10.\bar{3}.\bar{3}\}$, $\{13.0.\bar{13}.4\}$, $\frac{1}{4}{}^{3}R$ wurde nur an einem Krystalle, Nr. 67, beobachtet. Sie ist sehr gut ausgebildet und giebt ein gutes Reflexbild. Die gefundenen Werthe stimmen aber mit den berechneten, wie aus Folgendem leicht zu ersehen ist, ziemlich schlecht.

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(10.\bar{3}.\bar{3}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	30° 18′	30° 31,9′	0° 13,9′
$(10.\bar{3}.\bar{3}):(3\bar{1}\bar{1})$	4 39	4 55,7	0 16,7
$(10.\bar{3}.\bar{3}):(4\bar{1}\bar{1})$	7 6	6 54,8	0 11,2
$(10.\bar{3}.\bar{3}):(100)$	32 14	31 55	0 19

Die Differenzen sind indessen nicht so gross, um an der richtigen Be-

stimmung der Form zu zweifeln, weil der Index der Form der einfachste ist. An keinem anderen Krystalle habe ich diese Form gefunden.

Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{40\bar{4}1\}$, **4R** gehört im Allgemeinen zu den gewöhnlichsten Formen des Turmalins. Sie wurde schon von Haüy aufgefunden und ist seither an vielen Turmalinvorkommen bekannt geworden. Schon a priori war also zu vermuthen, dass diese Form an den flächenreichen ceyloner Turmalinen nicht selten sein wird. In Wirklichkeit haben mehr als die Hälfte aller Krystalle, welche untersucht worden sind, die Flächen dieser Form.

Sehr selten aber ist diese Form die vorherrschende. Nur an den Krystallen Nr. 22 (Fig. 3a, Taf. VIII), 74 und besonders 102 finden wir sehr grosse Flächen dieser Form, im Uebrigen sind sie stets untergeordnet.

Diese Form ist von den anderen durch eine sehr gute Ausbildung ihrer Flächen ausgezeichnet, stets sind dieselben stark glänzend und vorzüglich messbar, auch zeigen sie fast gar keine Störungen ihrer Oberfläche.

Ich fand Krystalle, wo die Flächen von $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ bei den Messungen ihrer Kanten mit nebenliegenden Flächen gar keine Differenz (nur Theile von Minuten) gaben, z. B. Nr. 13, 22 u. s. w. Der in der Winkeltabelle stehende sehr grosse Grenzenunterschied bei dieser Form hängt davon ab, dass an zwei oder drei Krystallen auch ganz schlechte Flächen von dieser Form gemessen wurden, welche grosse Differenzen ergeben haben, durchschnittlich aber sind die einzelnen Werthe sehr nahe den berechneten.

Die grosse Differenz in den Mittelwerthen für $(3\bar{1}\bar{1}):(4\bar{1}\bar{1})$ hängt nur von dieser letzten Form ab, wie wir schon bei der Beschreibung dieser Form gesehen haben.

Betrachtet man die sphärische Projection genauer, so wird man bemerken, dass diese Form in der Durchkreuzung vieler und sehr wichtiger Zonen liegt. Dadurch und durch ihre gute Ausbildung sind diese Flächen $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ sehr oft ein bequemer Ausgangspunkt gewesen für die Messungen der nebenliegenden schlechter ausgebildeten Formen. Besonders wichtig war dies für die Formen in den Zonen $[(3\bar{1}\bar{1}), (1\bar{1}1)]$ und $[(3\bar{1}\bar{1}), (3\bar{2}0)]$, welche bei diesen Turmalinen viele entweder neue oder seltene Formen zeigen, welche aber fast immer schwach ausgebildet sind.

Später, bei der Beschreibung der Bestimmung der Lage des antilogen und analogen Poles, werden wir sehen, welch grosse Bedeutung diese Form hat, weil die geometrisch ihr ähnliche $\{\bar{3}11\}$ entweder gar nicht existirt oder aber zu den seltensten Formen des Turmalins gehört. An meinen Turmalinen habe ich sie nie beobachtet.

Interessant ist, dass die Form $\{\bar{3}11\}$ an dem analogen Pole nie vor-

kommt, jedenfalls konnte ich sie nicht auffinden. Ein Krystall, nämlich Nr. 27, zeigte zwei Flächen an dem analogen Pole, welche bei den Messungen ergaben:

	1.	2.	Mittel:
$x:(\bar{2}11) =$	24° 4′	24° 19′	24° 11,5′
$x:(100)$	38 21	38 8	38 14,5

Würden wir diese zwei Flächen auf die Form $\{\bar{3}11\}$ beziehen, so würden wir erhalten:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{3}11):(\bar{2}11) =$	24° 11,5′	25° 36,2′	1° 14,7′
$(\bar{3}11):(\bar{1}00)$	38 14,5	38 38,9	1 24,4

Diese Differenzen sind aber zu gross, um die Fläche als $\{\bar{3}11\}$ zu bezeichnen. Die Reflexe sind andererseits so gut, dass es unmöglich ist, diese Differenzen als Fehler der Beobachtungen zu betrachten. Sucht man nach einem anderen Symbole für diese Flächen, so wird das verhältnissmässig entsprechendste **{$\bar{38}$.13.13}**, **{$\bar{17}$.0.17.$\bar{4}$}**, $\frac{17}{4}$**R**, welches folgende Differenzen giebt:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{38}.13.13):(\bar{2}11) =$	24° 11,5′	24° 27,3′	0′ 15,8′
$(\bar{38}.13.13):(100)$	38 14,5	37 59,6	0 14,9

Die Differenzen sind zwar keine besonders grossen, die Form ist aber ziemlich complicirt und muss daher nur als sehr wahrscheinliche bezeichnet werden.

Die Form **{20.$\bar{7}$.$\bar{7}$}**, **{9092}**, $\frac{9}{2}$**R** ist sehr schlecht ausgebildet und nur an einem Krystalle (Nr. 12) aufgefunden. Die Messungen sind daher weniger genau; mit verkleinerndem Ocular ergab sich:

$$(20.\bar{7}.\bar{7}):(2\bar{1}\bar{1}) = 23^{0}\,29'.$$

Mit Schimmermessungen:

		Mittel:
$(20.\bar{7}.\bar{7}):(2\bar{1}\bar{1}) =$	22° 24,5 — 23° 19,5′	22° 52′

Im Allgemeinen bekommen wir

		Berechnet:	Diff.:
$(20.\bar{7}.\bar{7}):(2\bar{1}\bar{1}) =$	23° 10,5′	23° 4,3′	0° 6,2′

Die Grenzen der verschiedenen Messungen liegen nicht so weit, um diese Form als ganz unsicher zu bezeichnen, immerhin ist sie zu den noch fraglichen zu rechnen.

Die Form **{833}**, **{11.0.$\bar{11}$.2}**, $\frac{11}{2}$**R** wurde einmal an Nr. 4 bemerkt. Sie ist ziemlich gut ausgebildet und gestattet Messungen, welche unzweifelhaft die Zugehörigkeit dieser Fläche zur Form $\{8\bar{3}\bar{3}\}$ beweisen. Ich habe für diese Fläche bekommen:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(8\bar{3}\bar{3}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	19° 8′	19°12,8′	0° 4,8′
$(8\bar{3}\bar{3}):(100)$	43 24,5	43 14,1	0 10,4

Die Form ist für Turmalin überhaupt neu.

Die Form **{522}**, **$\{70\bar{7}1\}$**, **7R** ist für Turmalin neu. Ich habe sie bei meinen Turmalinen an zwei Krystallen beobachtet, nämlich an Nr. 21 (Fig. 11, Taf. IX) und 67.

Krystall Nr. 21 zeigt eine ziemlich grosse und sehr gut spiegelnde Fläche, welche die Combinationskante $(2\bar{1}\bar{1})$, $(3\bar{1}\bar{1})$ abstumpft. Die Messungen ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(5\bar{2}\bar{2}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	15°18,5′	15°18,8′	0°0,3′
$(5\bar{2}\bar{2}):(3\bar{1}\bar{1})$	10 14	10 17,5	0 3,5
$(5\bar{2}\bar{2}):(100)$	47 6	47 8	0 2
$(5\bar{2}\bar{2}):(3\bar{2}0)$	23 25	23 34,7	0 9,7
$(5\bar{2}\bar{2}):(1\bar{1}0)$	33 22,5	33 21,5	0 1

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, dass diese Form ohne Zweifel ist.

Der andere Krystall, Nr. 67, liefert Werthe, welche minder gut mit den berechneten stimmen. Er besitzt zwei Flächen von $\{5\bar{2}\bar{2}\}$, welche ergeben:

	1. 2.	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(5\bar{2}\bar{2}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	14°53′—14°59′	14°56¾′	15°18,8′	0°22′
$(5\bar{2}\bar{2}):(3\bar{1}\bar{1})$	10 13 —10 50	10 29¾	10 17,5	0 12¼

Die Fläche von $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ ist im ersten Falle besser als diejenige von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, im zweiten ist es umgekehrt; die Messung $(5\bar{2}\bar{2}):(3\bar{1}\bar{1})$ hat also grösseren Werth im ersten Falle, die $(5\bar{2}\bar{2}):(2\bar{1}\bar{1})$ dagegen im zweiten Falle. Diese Werthe aber stimmen gut mit den berechneten, also gehören die Flächen zur Form $\{5\bar{2}\bar{2}\}$.

Am Krystalle Nr. 6 findet sich eine Fläche, welche vielleicht zu $\{5\bar{2}\bar{2}\}$ gehört, noch wahrscheinlicher aber zu einer anderen Form, nämlich $\{22.0.\overline{22}.3\}$, jedoch ist dieselbe so klein, dass es schwer ist, sie genau zu bestimmen.

An den Turmalinen von anderen Vorkommen habe ich diese Form ganz deutlich an zwei Krystallen von Dekalb (Sammlung von Seligmann) beobachtet (s. Fig. 73, Taf. XIII, und S. 426 f.), sie scheint also nicht eine gar besonders seltene zu sein.

Die Form **$\{7\bar{3}\bar{3}\}$**, **$\{10.0.\overline{10}.1\}$**, **10R** wurde von Seligmann an brasilianer Turmalinen beobachtet. An meinen Krystallen habe ich sie einige Male, nämlich an Nr. 23, 27, 62, 72 gefunden.

Am besten ist diese Form an Nr. 27 ausgebildet, wo wir eine ganz

gut ausgebildete Fläche finden. Bei allen anderen Krystallen sind die Flächen dieser Form nur ganz schmal, doch immer ausser Zweifel. Die Messungen haben ergeben:

	Beobachtet:	Mittel:			Berechnet:	
$(7\bar{3}\bar{3}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	10° 38′—11° 37′	10° 55,3′	5	4	10° 51′	0° 4,3′
$(7\bar{3}\bar{3}):(100)$	50 59—51 48	51 30,1	5	3	51 35,9	0 5,8

Eine schlechtere Fläche von $\{7\bar{3}\bar{3}\}$ liefert die minder guten Werthe 11° 37′ und 50° 59′, alle übrigen Werthe stimmen ganz gut mit den berechneten.

Die Form $\{9\bar{4}\bar{4}\}$, $\{13.0.\bar{13}.1\}$, **13 R** ist etwas zweifelhaft. An dem Krystalle Nr. 42 ist sie als eine ziemlich gut ausgebildete Fläche entwickelt, welche die Combinationskante $(2\bar{1}\bar{1}):(3\bar{1}\bar{1})$ abstumpft. Die Messungen (die beiden ersten mit verkleinerndem Ocular bei verschiedenem Incidenzwinkel, die dritte mit gewöhnlichem Ocular) zeigen sehr nahe zu einander stehende Werthe, nämlich:

	I.	II.	III.	Mittel:
$x:(2\bar{1}\bar{1})$ =	8° 41′	8° 43′	8° 48′	8° 44′
$x:(3\bar{1}\bar{1})$	—	16 56	—	16 56

Für diese Werthe können wir drei Formen, nämlich

$\{52.\bar{23}.\bar{23}\}$,
$\{25.\bar{11}.\bar{11}\}$,
$\{9\bar{4}\bar{4}\}$

annehmen, welchen folgende Neigungen entsprechen:

	Berechnet:	Beobachtet:	Diff.:
$(25.\bar{11}.\bar{11}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	9° 4,5′	—	0° 20,5′
$(52.\bar{23}.\bar{23}):(2\bar{1}\bar{1})$	8 43	8° 44′	0 1
$(9\bar{4}\bar{4}):(2\bar{1}\bar{1})$	8 23,3	—	0 20,7

Welche von diesen Formen die richtige, ist schwer bestimmt zu sagen. Die Form $\{52.\bar{23}.\bar{23}\}$, $\{25.0.\bar{25}.2\}$, welche am besten mit den Messungen stimmt, ist zu complicirt. Von den beiden anderen: $\{25.\bar{11}.\bar{11}\}$ und $\{9\bar{4}\bar{4}\}$, ist die letzte die einfachste, so dass sie als die wahrscheinlichste erscheint.

Die Form **{212}**, **{01$\bar{1}$5}**, **—$\frac{1}{5}$R** ist für Turmalin neu. Sie ist am Krystalle Nr. 20 ausgebildet. Auf der Basis dieses Krystalles beobachten wir sehr gute Aetzfiguren (siehe S. 452), welche von den Flächen {212} begrenzt sind (Fig. 46, Taf. XI). Die Flächen von {212} sind ziemlich gross und sehr gut spiegelnd. Besonders interessant war es, zu prüfen, ob diese Flächen wirklich in der Zone $[111, 1\bar{1}\bar{1}]$ liegen, die Aetzfiguren also ganz symmetrisch sind, oder ob ihre Symmetrie eine nur scheinbare ist, die in Wirklichkeit unsymmetrischen Flächen also irgend einer

Pyramide der dritten Art angehören. Die Messungen haben gezeigt, dass die Reflexe sehr genau in der Zone liegen, also irgend einer Trigonalpyramide der ersten Art angehören. Die erhaltenen Werthe stimmen sehr gut mit einander, für drei Flächen von {212} wurde erhalten:

		1. Incid.-Winkel:	2. Incid.-Winkel:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(212):(111)	1	5° 59′	5° 55′			
	2	5 45,5	5 50	5° 55,8′	5° 57,5′	0° 1,7′
	3	6 5	6 0			

Die Flächen sind so klein, dass die scheinbare Differenz bei verschiedenem Incidenzwinkel nur von der Schwierigkeit der Einstellung des Reflexes mit dem Fadenkreuz (die Messungen sind natürlich mit verkleinerndem Ocular gemacht) herrührt. Im Allgemeinen ist die Uebereinstimmung eine so gute, dass absolut kein Zweifel sein kann, dass wir hier wirklich die Flächen von {212} vor uns haben.

In der Reihe der negativen Trigonalpyramiden ist sie die am nächsten zur Basis gelegene (5° 57,5′).

Die Form **{525}**, **{01$\bar{1}$4}**, —$\frac{1}{4}$**R** ist für Turmalin neu. Sie gehört zu den seltensten Formen, obgleich ihr Symbol so einfach ist. Ich habe sie nur an einem Krystalle gefunden, und auch da nur mit einer sehr schlecht ausgebildeten Fläche. Doch war es möglich, die Zugehörigkeit dieser Fläche zur Form {525} zu constatiren.

Die Messung mit verkleinerndem Ocular ergab:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
(525):(111) =	7° 46′	7° 25,8′	0° 20,2′
(525):(101)	6 54	7 12,2	0 18,2

Die Messung mit Schimmer ergab:

	Beobachtet:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(525):(111) =	8° 3,5′—7° 19′	7° 41,75′	7° 25,8′	0° 16′
(525):(101)	7 2,5 —7 47	7 24,75	7 12,2	0 12,5

Obgleich die Differenzen ziemlich gross sind, ist kein Grund zum Zweifel an der Richtigkeit des Symbols {525} vorhanden. Die am nächsten liegenden einfachen Formen {212} und {313} ergaben:

	Berechnet:	Beobachtet:	Diff.:
(212):(111) =	5° 57,4′	7° 43,8′	1° 46,4′
(313):(111)	8 28,7		0 44,9

Da alle anderen Formen schon zu bedeutend complicirteren Symbolen führen, so ist es wahrscheinlicher, die Form {525} als die richtige zu betrachten.

Die Form **{414}**, **{0$\bar{1}$13}**, —$\frac{1}{3}$**R** wurde an zwei Krystallen, nämlich

an Nr. 20 und 47, bemerkt. Nr. 20 zeigt eine ganz gut ausgebildete Fläche, welche folgende Messungen lieferte (mit zwei verschiedenen Incidenzwinkeln):

		Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(414):(111) =	9° 56,5′—9° 58′	9° 57,25′	9° 51,9′	0° 5,3′

Die Differenz ist so klein und die Fläche ist so gut ausgebildet, dass die Form {414} unzweifelhaft ist.

Bei dem Krystalle Nr. 47 ist eine Fläche dieser Form als Begrenzung der Aetzhügel auf der Fläche {2$\bar{1}$2} ausgebildet und ergab

	Berechnet:	Beobachtet:	Diff.:
(414):(1$\bar{1}$1) =	36° 21,1′	36° 18′	0° 3,1′

wodurch sie auch sichergestellt ist. Die Form ist für Turmalin überhaupt neu.

Die Form {**929**}, {**0.7.$\bar{7}$.20**}, $-\frac{7}{20}$**R** liegt sehr nahe zur vorigen Form und ist an demselben Krystalle Nr. 20 mit einer kleinen, gut glänzenden (kleiner wie diejenige von {414}) Fläche ausgebildet, welche ergab (mit zwei verschiedenen Incidenzwinkeln):

		Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(929):(111) =	10° 31′—10° 32′	10° 31,5′	10° 20,9′	0° 10,6′

Würden wir auch diese Fläche als zur Form {414} gehörig betrachten, so würde sich ergeben:

		Berechnet:	Diff.:
(414):(111) =	10° 31,5′	9° 51,9′	0° 39,6′

Diese Differenz aber ist zu gross, und die Fläche erlaubt, obgleich sie ganz klein ist, recht genaue Messungen, so dass alles dafür spricht, dass wir hier zweifelsohne die Form {929} vor uns haben. Wegen des complicirten Index gebe ich diese Form jedoch als fragliche, da sie eben auch zu der Form {414} gehören könnte und die Differenz bedingt sein könnte theilweise durch fehlerhafte Ausbildung, theilweise aber auch durch anomale Lage der Fläche, was am Turmalin so oft zu beobachten ist.

Die Form {**13.1.13**}, {**0449**}, $-\frac{4}{9}$**R** fand sich an Nr. 20, wo sie ziemlich gut ausgebildet ist. Die Messungen ergaben:

	Beobachtet:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(13.1.13):(111) =	13° 6′—13° 11′	13° 8,5′	13° 3,3′	0° 5′
(13.1.13):(101)	1 35 — 1 40	1 37,5	1 34,7	0 2,8

Die beste Messung ist diejenige von (13.1.13):(101), welche nur eine sehr kleine Differenz giebt. Doch ist es schwer, mit voller Sicherheit zu sagen, ob hier {13.1.13} oder {14.1.14} vorliegt.

Die Formen {**101**}, {**0112**}, $-\frac{1}{2}$**R** und {**$\bar{1}$01**}, {**0112**}, $-\frac{1}{2}$**R** sind keine seltenen Formen, da sie fast für jedes Vorkommen von Turmalin bekannt

und bisweilen die herrschenden Formen sind. Die Turmaline von Mursinka z. B. haben manchmal $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ mit $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ als einzige Endflächen der Krystalle.

Die ceyloner Turmaline zeigen zwar nicht $\{101\}$ oder $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ als einzige Endflächen, doch treten diese an vielen Krystallen vorherrschend auf. Besonders oft und stark ausgebildet sind die Flächen von $\{\bar{1}0\bar{1}\}$, während jene von $\{101\}$ viel seltener und auch selten so gross ausgebildet sind. Gewöhnlich beobachtet man an den Flächen von $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ eine sehr grobe Streifung parallel den Kanten $(\bar{1}0\bar{1}):(\bar{1}00)$.

Die Flächen von $\{101\}$ zeigen diese Streifung weniger deutlich, sind aber manchmal parallel den Kanten $(111):(101)$ gestreift.

Besonderes Interesse zeigt aber die Erscheinung, dass bei den Messungen der Flächen von $\{101\}$ und $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ die am besten ausgebildeten Flächen manchmal sehr ungenaue Werthe geben. Bei den Flächen von $\{101\}$ bemerken wir gewöhnlich, dass bei der Messung der Zone $[100, 001]$ die Fläche nicht in der Mitte des Winkels $(100):(001)$ liegt, sondern oft ziemlich grosse Differenzen giebt, sie also nicht genau in der Zone $[1\bar{1}1, 111]$ liegt.

Die Flächen von $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ zeigen ferner noch grosse Differenzen in den Winkeln für $(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}0\bar{1})$ oder $(\bar{2}11):(\bar{1}0\bar{1})$. Das beste Beispiel in dieser Beziehung ist Nr. 34, wo eine sehr gut ausgebildete Fläche von $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ giebt:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(0\bar{1}\bar{1}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	74° 17′	75° 22,8′	1° 5,8′

Die Fläche von $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ liegt also hier von der Zone $[\bar{1}00, 00\bar{1}]$ stark abweichend.

In dieser Beziehung sind die Flächen dieser zwei Formen ausserordentlich interessant.

Die Form **{13.2.13}**, **{0558}**, $-\frac{5}{8}$**R** wurde nur ein Mal beobachtet am Krystalle Nr. 28 (s. Fig. 19, Taf. X). Sie ist sehr gut ausgebildet, zwar klein, giebt aber sehr scharfe Messungen.

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(13.\bar{2}.13):(2\bar{1}2)$ =	9° 30,5′	9° 29,5′	0° 1′
$(13.\bar{2}.13):(010)$	45 36	45 36,5	0 0,5

Die Form ist also ohne Zweifel sicher und für Turmalin neu.

Die Form **{414}**, $\{05\bar{5}7\}$, $-\frac{5}{7}$**R** ist an Nr. 20 ausgebildet, mit einer ziemlich kleinen Fläche, welche keine ganz scharfen Messungen erlaubt.

	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(414):(111)$ =	20° 36′—20° 55′	20° 45,5′	20° 26,3′	0° 19,2′
$(414):(101)$	5 45 — 5 56	5 50,5	5 48,3	0 2,2

Die bessere Messung ist $(414):(101)$, welche nur 0° 2,2′ Differenz giebt; der Index ist so einfach, dass es kaum möglich ist, dafür eine andere Form zu setzen, so dass sie als völlig sichergestellt zu betrachten ist.

Die Form $\{9\bar{4}9\}$, $\{0.13.\bar{1}\bar{3}.14\}$, $-\frac{13}{14}R$ wurde an Nr. 3 als Flächen von Aetzhügeln, welche auf der Fläche $\{2\bar{1}2\}$ liegen, beobachtet. Die beste Messung giebt:

		Berechnet:	Diff.:
$(1\bar{1}1):(9\bar{4}9)$	$= 20^0 26'$	$20^0 22,2'$	$0^0 3,8'$

Die Differenz ist so klein, dass diese Form als richtig und sicher zu bezeichnen ist, zumal sie ein gutes Reflexbild giebt.

Die Form $\{2\bar{1}2\}$, $\{01\bar{1}1\}$, $-R$ ist eine der wichtigsten Formen der Turmaline. Sie wurde zuerst von Haüy aufgefunden. In seinem »Traité« beschreibt er einen Krystall, welcher der Sammlung von Gillet-Laumont gehörte und von Brasilien stammte. An einem Ende zeigte derselbe $\{111\}$, $\{100\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{2\bar{1}1\}$, am anderen nur $\{\bar{1}00\}$. Er giebt die Messungen für diesen Krystall, sowie eine Zeichnung, und doch hat später Niemand diese Form als sicher bezeichnet. Des Cloizeaux, Dana, Miller, Lévy haben diese Form nicht angenommen und Jeroféjew bemerkt in seiner Arbeit, dass diese Form mehr als fraglich ist, weil Niemand diese Form nach Haüy gefunden habe, Haüy selbst aber keine Messungen gebe. Dies ist jedoch nur ein Irrthum, da, wie wir sehen werden, diese Form keine besonders seltene und an den Turmalinen von vielen Vorkommen zu beobachten ist.

Auch G. Seligmann hat in seiner Arbeit über Turmalin die Beobachtungen von Haüy als nur »geringen Glauben verdienende« bezeichnet, und nur sehr wenige spätere Autoren haben diese Form angenommen.

Der Erste, welcher diese Form wieder gefunden hat, war G. Seligmann und zwar an den Turmalinen von Dekalb (New York), wo sie sogar eine herrschende Form bildet. Dadurch wurden natürlich die alten Beobachtungen von Haüy bestätigt.

Herr Seligmann hatte die Freundlichkeit, mir unter anderen Turmalinen auch die von ihm gemessenen Krystalle von Dekalb zur Bearbeitung und Vergleichung zu übergeben, welche ein ungemein schönes und werthvolles Material darstellen. Sie zeigen sehr deutliche und gut spiegelnde Flächen von $\{2\bar{1}2\}$, eine für diese Form seltene Erscheinung.

Bei den ceyloner Turmalinen ist diese Form, wie schon gesagt, keine seltene. Die Hälfte der mir zur Verfügung stehenden Krystalle zeigt dieselbe. Meist ist sie sehr wenig glänzend und nicht genau messbar. Doch habe ich einige Krystalle gefunden, wo diese Form bei sehr starker Entwickelung sehr genaue Messungen gestattete.

Die verschiedenen Ausbildungen und die Combinationen, in welchen diese Form gefunden wurde, ist aus den Figuren zu ersehen. Bei ganz einfachen Krystallen sowohl, welche nur $\{100\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{3\bar{2}0\}$, (Fig. 20 und 22, Taf. X) zeigen, wie bei den complicirtesten kommt dieselbe vor.

Wie schon gesagt, sind die Flächen dieser Form nur selten glänzend, zeigen aber gewöhnlich eine ganz merkwürdige Ausbildung, so dass diese vor allen anderen Formen des Turmalins ausgezeichnet sind.

Die Figuren 41, 42, 43 auf Tafel XI sollen diese Erscheinungen verdeutlichen.

Zunächst bemerken wir auf den Flächen im einfachsten Falle kleine Gräben, welche in der Richtung senkrecht zur Kante $(101):(2\bar{1}2)$ oder $(2\bar{1}2):(1\bar{1}1)$ verlaufen (Fig. 41) und beiderseits von gut glänzenden Flächen begrenzt werden. Bei deren Messung beobachten wir, dass diese Flächen Formen, welche in der Zone $[2\bar{1}2, 5\bar{1}\bar{1}]$ liegen, angehören, meistens sind es die Flächen von $\{3\bar{1}1\}$ und $\{7\bar{2}1\}$. Manchmal sind nur die Flächen von $\{3\bar{1}1\}$ ausgebildet, manchmal nur von $\{7\bar{2}1\}$, bisweilen jedoch kommen die beiden Formen zusammen vor. Die Reflexe sind wegen der Kleinheit der Flächen und einer ebenfalls auftretenden Rundung keine besonders guten, doch machen einige Krystalle hiervon eine Ausnahme und lassen sehr scharfe Messungen zu. Beim Studium dieser Erscheinung zeigt es sich ohne jeden Zweifel, dass hier keine Aetzung vorliegt, sondern eine merkwürdige Wachsthumserscheinung. Schon Lewis hat bei diesen Turmalinen bemerkt, dass die Flächen von $\{2\bar{1}2\}$ ganz merkwürdig ausgebildet sind (s. S. 272), doch hat er wahrscheinlich keine so deutlich ausgebildete Structur beobachten können, da er nicht weiter auf die Sache eingeht. Diese Erscheinung ist, wie gesagt, die einfachste. Eine weitere Complicirung, welche hinzutritt, besteht darin, dass neben den Flächen von $\{3\bar{1}1\}$ und $\{7\bar{2}1\}$ noch andere, zu den vorigen senkrechte Gräben auftreten, welche entweder häufig von den Flächen $\{101\}$ und $\{1\bar{1}1\}$ oder von vielen anderen Flächen aufgebaut sind, welche überhaupt in der Zone $[111, 1\bar{1}1]$ liegen (Fig. 42, Taf. XI). Dann bekommen wir die Erscheinung, welche in der Fig. 43, Taf. XI abgebildet ist, wo die Fläche von $\{2\bar{1}2\}$ mit vierseitigen Hügeln bedeckt ist, an denen rechts und links die Flächen der Formen der Zone $[2\bar{1}2, 5\bar{1}\bar{1}]$, oben und unten jene der Zone $[111, 1\bar{1}1]$ gelegen sind. Die Spitzen der Hügel sind entweder von $\{2\bar{1}2\}$ abgestumpft, oder aber es fehlt $\{2\bar{1}2\}$ vollständig, und es ist die ganze Oberfläche von $\{2\bar{1}2\}$ mit solchen Hügeln bedeckt. Die Fläche erhält dadurch ein ganz merkwürdiges Aussehen. Die Erscheinung ist so typisch, dass fast jeder Krystall sie mehr oder weniger deutlich zeigt. Am Krystall Nr. 23 ist eine grosse Fläche $\{2\bar{1}2\}$ ganz bedeckt mit Hügeln dieser Art. Manchmal, jedoch viel seltener, geht die Erscheinung noch weiter und es treten zu diesen Formen noch einige andere, welche jedoch ganz unmessbar sind. Der typischste Krystall in dieser Beziehung ist Nr. 47, welcher viele solcher Hügelsysteme zeigt. Es finden sich zusammen mit den Formen der Zonen $[2\bar{1}2, 5\bar{1}\bar{1}]$ und $[111, 1\bar{1}1]$ noch die Flächen von einer unbestimmten Zone, welche aber so gerundet sind, dass sie, obleich sie eine ziemliche Grösse erreichen, nicht gemessen

werden können. Der Umriss der Hügel ist alsdann nicht vierseitig, sondern mehr rhombenförmig, so dass die eine Diagonale des Rhombus in der Richtung $[2\bar{1}2, 1\bar{1}1]$, die andere senkrecht dazu liegt.

Wie schon gesagt, liegt hier ohne Zweifel eine Wachsthumserscheinung vor und keine Aetzung.

Wie wir später sehen werden, sind diese Erscheinungen sehr geeignet, um die Symmetrie des Turmalins zu studiren, da stets beide Flächen von $\{3\bar{1}1\}$ und $\{7\bar{2}1\}$ sehr symmetrisch links und rechts gelegen und gleich glänzend sind.

Da nicht nur die grossen Flächen von $\{2\bar{1}2\}$, sondern auch die kleinsten diese Erscheinung zeigen, so bietet sie eine sehr bequeme Handhabe, um die complicirtesten Krystalle nach den Flächen von $\{2\bar{1}2\}$ gleich richtig stellen zu können.

Es war besonders interessant, zu untersuchen, ob wirklich die Form $\{2\bar{1}2\}$ so selten ist, wobei es sich denn ergab, dass nur für das ceyloner Vorkommen und jenes von Dekalb diese Form eine gewöhnliche ist, während sie für andere als sehr selten bezeichnet werden muss. Obgleich ich sehr grosse Mengen krystallisirter Turmaline durchgesehen habe, so konnte ich die Form doch nur bei wenigen auffinden.

Ausser an den genannten zwei Vorkommen konnte ich sie noch an folgenden Vorkommen feststellen:

1) An einem sehr grossen schwarzen Turmalinkrystalle vom Ural aus der Sammlung von Jeroféjew, welcher jetzt der Universität zu St. Petersburg gehört (Nr. 910 des Catalogs), er bildet eine Combination der Formen (Fig. 92, Taf. XIV): $\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{101\}$, $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{2}11\}$, $\{1\bar{1}0\}$. Zwei Flächen von $\{212\}$ sind stark ausgebildet und geben ziemlich gut ausgebildete Reflexe.

2) An einem grossen schwarzen Krystalle in der Sammlung von Herrn G. Seligmann (in Coblenz). Er zeigt vorherrschend $\{111\}$, dazu $\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{101\}$, $\{2\bar{3}2\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{2}11\}$, $\{1\bar{1}0\}$ (Fig. 93, Taf. XIV). Die Flächen von $\{2\bar{1}2\}$ sind sehr schwach ausgebildet und geben fast kein Reflexbild. Als Fundort giebt die Etiquette »Mursinka«, nach dem Habitus ist es aber schwer zu sagen, von wo der Krystall herstammt, doch ist es jedenfalls ein uralischer.

3) In derselben Sammlung von G. Seligmann findet sich ausserdem noch ein grosser, prachtvoller Krystall von Turmalin von Lincoln Co., Nord-Carolina, von der Combination $\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{2\bar{3}2\}$, $\{101\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{2}11\}$, $\{1\bar{1}0\}$ und fraglich $\{211\}$ (Fig. 75, Taf. XIII). Zwei Flächen von $\{2\bar{1}2\}$ sind ziemlich gross, der ganze Krystall aber ist matt und gestattet keine genauen Messungen..

4) Als fraglich habe ich diese Form noch an einem Turmalinkrystalle

von Gouverneur beobachtet. Im Allgemeinen also ist dieselbe keine besonders seltene.

Wie wir später sehen werden, hat diese Form grosse Bedeutung in der Bestimmung des Poles, sie kommt nämlich immer nur an dem antilogen Pole vor.

Die Form {5$\bar{3}$5}, {0887}, $-\frac{8}{7}$R wurde an Krystall Nr. 58 gefunden. Die Fläche ist zwar klein, jedoch immerhin gut genug, um sie festlegen zu können. Sie wurde zweimal gemessen, mit gewöhnlichem und mit Verkleinerungsocular. Die beiden Messungen ergaben:

	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(5$\bar{3}$5) : (1$\bar{1}$1) =	15° 32′ — 15° 41′	15° 36,5′	15° 24,7′	0° 11,8′
(5$\bar{3}$5) : (010)	58 39,5 — 58 6	58 22,8	58 21,4	0 1,4

Die Differenzen sind nicht so gross, um das richtige Formensymbol in Frage zu stellen. Die Form ist die einfachste, welche an dieser Stelle der Projection liegt und ist für Turmalin überhaupt neu.

Die Form {$\bar{7}$4$\bar{7}$}, {0.11.11.$\bar{1}\bar{0}$}, $-\frac{11}{10}$R ist die einzige Form, welche ich an dem analogen Pole in der Zone [111, $\bar{1}$11], zwischen ($\bar{1}$01) und (11$\bar{1}$), gefunden habe. Sie ist aber auch nur durch eine einzige Fläche an dem Krystalle Nr. 29 respräsentirt. Die Messungen mit verkleinerndem Ocular haben ziemlich befriedigende Resultate gegeben, welche erlauben, diese Fläche als zur Form {$\bar{7}$4$\bar{7}$} gehörig zu bezeichnen. Es existirt auch keine andere einfachere Form, auf welche diese Fläche bezogen werden könnte, und da die Differenzen keine besonders grossen sind, so glaube ich, dass die Form genügend sichergestellt ist. Ich habe für diese Fläche erhalten:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
($\bar{7}$47) : ($\bar{1}$2$\bar{1}$) =	60° 20′	60° 9′	0° 11′
(74$\bar{7}$) : ($\bar{1}$1$\bar{1}$)	16 28	16 22	0 6

Die Form ist für Turmalin überhaupt neu.

Die Form {3$\bar{2}$3}, {05$\bar{5}$4}, $-\frac{5}{4}$R wurde von Seligmann zuerst an den brasilianischen Krystallen gefunden, ist seither aber nicht mehr beobachtet worden.

An meinen Krystallen habe ich sie an den Krystallen Nr. 19 (Fig. 13, Taf. IX), 46 (Fig. 16, Taf. IX), 66, (? 67), 68 bemerkt. Am besten ist sie an Nr. 46 ausgebildet, wo sie sehr gross und glänzend und die herrschende Form ist. Die Messungen haben ergeben:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
(3$\bar{2}$3) : (111) =	33° 8,5′	33° 6,5′	0° 2′
(3$\bar{2}$3) : (1$\bar{1}$1)	13 3	13 6,5	0 3,5

Die Form ist also ohne Zweifel.

An den anderen Krystallen ist sie überall schlechter ausgebildet und nur durch die Zonenverhältnisse zu bestimmen, da sie die Combinationskante $[2\bar{1}1, 1\bar{1}2]$ gerade abstumpft. Dies ist der Fall bei Nr. 66, 68, 19; an 67 ist sie überhaupt etwas fraglich.

In der Sammlung von Jeroféjew (Universität zu St. Petersburg) befindet sich ein Krystall vom Ural, welcher diese Form ebenfalls klein ausgebildet zeigt, als Abstumpfung von zwei Flächen $\{2\bar{1}1\}$.

Die Form $\{5\bar{4}5\}$, $\{03\bar{3}2\}$, $-\frac{3}{2}R$ wurde durch Marignac in die Literatur eingeführt. Er beschrieb eine sehr merkwürdige Combination des Turmalins, welche keine gewöhnlichen, sondern nur sehr seltene Formen zeigte, unter ihnen auch $\{545\}$. Später hat man aber die Werthe seiner Messungen mit solchen für Phenakit verglichen, wo es sich zeigte, dass er einen Phenakitkrystall irrthümlicherweise für Turmalin gehalten hat, wodurch auch die sonderbare Combination verständlich wurde. Wie aus der Vergleichungstabelle bei Jeroféjew zu ersehen ist, stimmen die Messungen sehr gut mit denjenigen für Phenakit überein.

Da später diese Form nicht mehr beobachtet wurde, ist sie für Turmalin neu.

Ich habe sie an vielen Krystallen bemerkt. Nr. 3, 24, 26, 58, 61 haben diese Form.

Am besten ausgebildet ist sie an den Nrn. 26, 61, 58. Krystall Nr. 26 zeigt eine deutliche Fläche (s. Fig. 21, Taf. X), welche die Combinationskante $(2\bar{1}2):(1\bar{1}1)$ abstumpft. Da diese beiden Flächen aber sehr schlechte Reflexe geben, konnten sie nicht durch Messungen in der Zone $[2\bar{1}2, 1\bar{1}1]$ festgelegt werden, ihre Lage wurde daher durch zwei Zonen, nämlich $[2\bar{1}2, 1\bar{1}1]$ und $[1\bar{1}2, 2\bar{1}1]$ bestimmt.

Nr. 61 hat eine deutliche Fläche, welche aber ziemlich schlechte Reflexe giebt, nämlich:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(5\bar{4}5):(111) =$	37° 37′	38° 2,8′	0° 25,8′
$(5\bar{4}5):(1\bar{1}1)$	8 39,5	8 10,2	0 29,3
$(5\bar{4}5):(101)$	22 59,5	23 24,8	0 25,3

Die Differenzen sind zwar gross, doch bleibt die Form ohne Zweifel, da hier keine andere einfache Form liegt, und kein Grund vorhanden ist, wegen der Differenz 0° 29′ eine complicirtere Form annehmen.

Nr. 58 zeigt ebenfalls eine ziemlich gute Fläche, welche ergiebt:

$$(5\bar{4}5):(1\bar{1}1) = 7^\circ 57' \qquad 8^\circ 10,2' \qquad 0^\circ 13,2'$$

Es liegt also ebenfalls $\{5\bar{4}5\}$ vor.

Die noch verbleibenden beiden Krystalle, nämlich Nr. 3 und 24, haben diese Form schecht ausgebildet, da sie nur als Flächen der Aetzhügel auf der Fläche $\{2\bar{1}2\}$ auftreten (s. S. 307).

Im Allgemeinen also bleibt diese Form ohne Zweifel.

Die Form $\{1\bar{1}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$, $-\mathbf{2R}$ und deren entsprechende $\{\bar{1}11\}$, $\{0\bar{2}2\bar{1}\}$, $-\mathbf{2R}$ gehören zu den gewöhnlichsten Formen beim Turmalin. Viele Turmaline der verschiedensten Vorkommen zeigen dieselben vorherrschend, bisweilen als die einzigen Endflächen (z. B. Snarum, grüne Turmaline vom Ural, verschieden gefärbte von Haddam u. s. w.). $-2R$ ist deshalb eine der ersten bekannt gewordenen Formen und wurde schon von Romé de l'Isle richtig bestimmt (gezeichnet).

Die ceyloner Turmaline zeigen nur sehr selten diese Formen als herrschende Endflächen (z. B. Nr. 83, Fig. 22, Taf. X), doch sind sie immer sehr stark ausgebildet und haben in der Combination eine grosse Bedeutung. Als einzige Endform habe ich keine von beiden Formen beobachtet.

Im Allgemeinen ist $\{1\bar{1}1\}$ stärker ausgebildet und kommt öfters vor, als $\{\bar{1}1\bar{1}\}$. An vielen Krystallen tritt gleichzeitig $\{\bar{1}1\bar{1}\}$ sehr untergeordnet und $\{1\bar{1}1\}$ sehr stark ausgebildet auf. Die Flächen dieser beiden Formen sind im Allgemeinen sehr glänzend und gut ausgebildet, so dass sie vorzügliche Messungen gestatten.

Störungen der Oberfläche dieser Formen sind vorhanden und werden durch Fortwachsungsprocesse bedingt. Diese Fortwachsungen erscheinen immer ziemlich ähnlich und sind in Fig. 44, Taf. XI abgebildet. Sie werden oben von $\{1\bar{1}1\}$ begrenzt, unten von einer Fläche in der Zone [111, $1\bar{1}1$], an den beiden Seiten durch Flächen von Formen, welche in der Zone [100, $1\bar{1}1$] liegen. Die Flächen sind so klein, dass es unmöglich ist, sie zu messen, und grösstentheils sind sie überhaupt keine wirklichen Krystallflächen.

Anders aussehende Fortwachsungsindividuen kommen seltener vor. Im Allgemeinen haben sie ein Aussehen, wie es Fig. 45, Taf. XI zeigt, und sehen den oben beschriebenen Fortwachsungsindividuen ganz ähnlich, nur dass sie mehr gerundet sind. Die Aetzfiguren auf den Flächen $\{1\bar{1}1\}$ werden später erwähnt werden (S. 453).

Diese Erscheinungen beobachtet man immer an den Flächen von $\{1\bar{1}1\}$, während die von $\{\bar{1}11\}$ im Allgemeinen besser ausgebildet, sehr glänzend und eben sind.

Die verschiedene Ausbildung der Flächen dieser Formen ist aus den Zeichnungen ersichtlich.

Die Form $\{\bar{7}8\bar{7}\}$, $\{0\bar{5}5\bar{2}\}$, $-\frac{5}{2}\mathbf{R}$ habe ich nur einmal, nämlich an dem Krystalle Nr. 22 beobachtet (Fig. 3b, Taf. VIII). In der Literatur treffen wir diese Form bei Dana. In seinem »System of Mineralogy«, 5. Aufl., p. 366, giebt er diese Form ($\frac{5}{4}$ nach seinem Symbol) ohne Angabe, ob er sie selbst an Turmalin von irgend einem Vorkommen beobachtet hat, oder ob er sie aus der Literatur übernommen. Da er auch keine Messungen

anführt, so scheint diese Form etwas unsicher. In der späteren Ausgabe seines »System of Mineralogy« findet sich diese Form nicht mehr. Wahrscheinlich hat er dieselbe mit der bekannten und sehr oft vorkommenden $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\{50\bar{5}2\}$, $\frac{5}{2}R$ (also $-\frac{5}{4}R$ nach ihm) verwechselt. Ich gebe daher in der Formentabelle diese Form als neu, aber mit der Bezeichnung (Dana?).

Die einzige Fläche dieser Form ist zwar klein, aber sehr gut ausgebildet und giebt ein sehr gutes Reflexbild und genaue Winkelwerthe (siehe Winkeltabelle S. 390).

Die Form $\{\bar{5}6\bar{5}\}$, $\{0.\bar{1}\bar{1}.11.4\}$, $-\frac{11}{4}R$ findet sich nur an dem Krystalle Nr. 12. Sie ist sehr schmal, das Reflexbild sehr schwach und die Messungen schwankend. Die Fläche wurde mit verkleinerndem Ocular und mit gewöhnlichem Ocular gemessen, die erhaltenen Werthe zeigen jedoch deutlich, dass diese Fläche auf $\{\bar{5}6\bar{5}\}$ zu beziehen ist.

	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{5}6\bar{5}):(\bar{1}2\bar{1})$ =	34° 24′—35° 9′	34° 46,5′	34° 52,7′	0° 6,2′
$(\bar{5}6\bar{5}):(\bar{1}1\bar{1})$	9 31 — 8 48	9 9,5	8 54,3	0 15,2

Die Mittelwerthe geben keine grosse Differenz und die einzelnen Messungen liegen ohne allzugrosse Abweichung auf beiden Seiten der wirklichen Werthe, weshalb ich diese Form den sicher bestimmten beifüge. Sie ist überhaupt für Turmalin neu.

Die Form $\{4\bar{5}4\}$, $\{03\bar{3}1\}$, $-3R$ ist nur an einem Krystalle Nr. 23 bemerkt worden, welcher eine kolossale Reihe von trigonalen Pyramiden (Fig. 18, Taf. IX, Beschreibung des Krystalles s. S. 369) präsentirt. Die einzige Fläche dieser Form ist minder gut ausgebildet, giebt aber immerhin noch ein messbares Reflexbild. Die Messung ergab:

	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(4\bar{5}4):(1\bar{2}1)$ =	32° 16′—32° 18′	32° 17′	32° 34,5′	0° 17,5′

Die Differenz ist zu klein, um an der Richtigkeit der Fläche zu zweifeln. Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{3\bar{4}3\}$, $\{07\bar{7}2\}$, $-\frac{7}{2}R$ gehört zu den Formen, welche für Turmalin keine besonders seltenen sind. Sie wurde schon von G. Rose gefunden und später noch für viele Turmalinvorkommen bekannt.

Viele meiner Krystalle zeigen diese Form ebenfalls, nämlich Nr. 12, 52, 65, 70a, 76 und einige andere.

Ziemlich gut ausgebildete Flächen dieser Form zeigt Krystall Nr. 70a, doch ist sie immer nur schwach ausgebildet, während sie an Krystallen von anderen Vorkommen manchmal die gewöhnlichste, ja bisweilen die herrschende Form ist (z. B. brasilianer Turmaline, s. S. 430, auch Fig. 81, Taf. XIII).

Die Form $\{\bar{3}4\bar{3}\}$, $\{0\bar{7}7\bar{2}\}$, $-\frac{7}{2}R$ ist nur an einem Krystalle, nämlich Nr. 67, zu beobachten. Die Fläche ist aber verhältnissmässig gut ausgebildet; und die Differenzen in den Messungen geben keine Ursache, diese Form als unsicher zu bezeichnen.

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{3}4\bar{3}):(\bar{1}2\bar{1})$ =	28° 45′	28° 42,5′	0° 2,5′
$(\bar{3}4\bar{3}):(\bar{1}1\bar{1})$	15 14	15 4,5	0 9,5
$(\bar{3}4\bar{3}):(\bar{8}.13.\bar{8})$	13 36	13 23,6	0 12,4

Die Form $\{11.\overline{16}.11\}$, $\{0\bar{9}9\bar{2}\}$, $-\frac{9}{2}R$ wurde an Krystall Nr. 12 bemerkt. Sie wurde schon von Seligmann an Turmalinen aus Brasilien gefunden. Goldschmidt hat sie jedoch später in die Form $\{9.\overline{13}.9\} - \frac{22}{5}R$ umgewandelt, weil deren Indices einfacher sind und die Messungen von Seligmann wirklich besser mit dem Symbol $\{9.\overline{13}.9\}$, $-\frac{22}{5}R$ stimmen.

Meine Messungen aber stimmen mit diesem Symbol nur sehr schlecht, dagegen sehr gut mit dem Symbol $\{11.\overline{16}.11\}$, sodass ich mir erlaubte, diese Form $\{11.\overline{16}.11\}$ wieder anzunehmen, obgleich das Symbol ein etwas complicirtes ist.

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(11.\overline{16}.11):(1\bar{2}1)$ =	23° 11′	23° 4,3′	0° 6,7′
$(11.\overline{16}.11):(1\bar{1}1)$	20 33	20 42,7	0 9,7
$(11.\overline{16}.11):(3\bar{4}3)$	5 36	5 38,2	0 2,2

Für die Form $\{9.\overline{13}.9\}$ würden wir haben:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(9.\overline{13}.9):(1\bar{2}1)$ =	23° 11′	23° 32,5′	0° 21,5′
$(9.\overline{13}.9):(1\bar{1}1)$	20 33	20 14,5	0 18,5
$(9.\overline{13}.9):(3\bar{4}3)$	5 36	5 10	0 26

Wie ersichtlich, ist es kaum möglich, hier diese Form anzunehmen. Die Form $\{11.\overline{16}.11\}$ steht zwar schon in der Formentabelle von Jeroféjew, hier liegt aber nur ein Irrthum vor. Jeroféjew hat eine neue Form $\{7.\overline{10}.7\}$, $\{0.17.\overline{17}.4\}$, $-\frac{17}{4}R$ gefunden, was mit seinen Berechnungen und Messungen übereinstimmt, in der Formentabelle steht jedoch nur das richtige Miller'sche Symbol, während das Naumann'sche und Weiss'sche unrichtig sind.

Die Form $\{\overline{11}.16.\overline{11}\}$, $\{0\bar{9}9\bar{2}\}$, $-\frac{9}{2}R$ wurde an Krystall Nr. 52 beobachtet. Sie ist jedoch nur so schwach ausgebildet, dass keine genauen Messungen möglich sind; doch zeigen auch die approximativen, dass wir hier wirklich diese Form vor uns haben.

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\overline{11}.16.\overline{11}):(\bar{1}2\bar{1})$ =	23° 1′	23° 4,3′	0° 3,3′

Die Form {$\mathbf{2\bar{3}2}$}, {$\mathbf{05\bar{5}1}$}, —**5R** ist eine der gewöhnlichen Formen des Turmalins. Sie wurde schon von G. Rose gefunden, und später noch an sehr vielen Turmalinvorkommnissen festgestellt.

An meinen Turmalinen habe ich sie ebenfalls an einigen Krystallen aufgefunden, z. B. an Nr. 22 (Fig. 3a, Taf. VIII), 25 (Fig. 18, Taf. IX), 27, 33, 43, 65 (Fig. 26, Taf. X) und einigen anderen. Jedoch ist sie immer nur so schwach ausgebildet, dass sie meist nur mit der Lupe bemerkbar ist. Die Messungen sind aber trotzdem verhältnissmässig befriedigend, so dass wir immerhin die Form als sicher annehmen können.

Am Krystall 65 sind drei Flächen dieser Form vorhanden, welche aber, da die Flächen der Prismenzone keine genauen Reflexbilder liefern, nur schwer messbar sind, ebenso sind die anderen Flächen für Messungen nicht geeignet. Es musste deshalb die Form aus den Zonenverhältnissen festgestellt werden. An Nr. 62 findet sich eine sehr grosse Fläche, welche ohne Zweifel dieser Form angehört, doch ist die Oberfläche so gestört, dass sie bei den Messungen eine grosse Gruppe von Reflexbildern liefert, wobei es unmöglich ist, die einzelnen Reflexbilder von einander zu unterscheiden. Für den Winkel ($1\bar{2}1$) : ($2\bar{3}2$) liegt die Grenze der Bilder zwischen 18° 45° — 20° 41′. Durch Zonenmessungen ist zu constatiren, dass keiner dieser Reflexe in der Zone [$\bar{3}22$, $\bar{2}12$, $\bar{1}02$] liegt, sondern nur sehr nahe zu derselben. Wie gesagt, sind genaue Messungen unmöglich, daher es richtiger sein dürfte, diese Fläche als sehr gestörte Fläche von {$2\bar{3}2$} zu bezeichnen, als für sie irgend eine andere, also neue Form, dazu mit sehr complicirten Indices, anzunehmen. Am wahrscheinlichsten wäre, wenn wir dieser Fläche ein anderes Symbol geben wollen, dasjenige {$19.\bar{2}\bar{9}.19$}.

An dem Krystalle Nr. 5 findet sich eine Fläche, welche viel sicherer als zu {$\mathbf{19.\bar{2}\bar{9}.19}$}, {$\mathbf{0.16.\bar{1}\bar{6}.3}$}, —$\frac{16}{3}$**R** gehörig bezeichnet werden kann. Die gut ausgebildete grosse Fläche, welche zwischen {$1\bar{1}1$} und {$1\bar{2}1$} liegt, ergab bei den Messungen:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
($19.\bar{2}\bar{9}.19$) : ($1\bar{2}1$) =	19° 44,5′	19° 46′	0° 1,5′
($19.\bar{2}\bar{9}.19$) : ($1\bar{1}1$)	23 51	24 1	0 10

Wollten wir diese Fläche auf jene von {$2\bar{5}2$} beziehen, so würde sich ergeben:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
($2\bar{3}2$) : ($1\bar{2}1$) =	19° 44,5′	20° 58,5′	1° 14′
($2\bar{3}2$) : ($1\bar{1}1$)	23 51	22 48,5	1 2,5

Die Differenzen sind wie ersichtlich zu gross, als dass dies möglich wäre.

Selbstsverständlich ist auch das Symbol {$19.\bar{2}\bar{9}.19$} zu complicirt, aber

immerhin das einfachste, welches mit den Messungen in Einklang zu bringen ist.

Die Form $\{\bar{8}.13.\bar{8}\}$, $\{0\bar{7}7\bar{1}\}$, $-7R$ fand sich nur an einem Krystalle, nämlich Nr. 67. Die Fläche ist klein, doch gut ausgebildet, und die Messungen, obgleich sie ziemlich grosse Differenzen geben, erlauben nicht irgend einen Zweifel an der Natur der Fläche.

Die Messung ergab:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{8}.13.\bar{8}):(\bar{1}2\bar{1})$ =	15° 9′	15° 18,8′	0° 9,8′
$(\bar{8}.13.\bar{8}):(\bar{1}1\bar{1})$	28 50	28 28,2	0 21,8
$(\bar{8}.13.\bar{8}):(\bar{3}4\bar{3})$	13 36	13 23,5	0 12,5

Die grösste Differenz beträgt 0° 21,8′, sie hängt aber vollständig von der Fläche $\{\bar{1}1\bar{1}\}$ ab, welche giebt:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{1}2\bar{1}):(\bar{1}1\bar{1})$ =	43° 59′	43° 47′	0° 12′

Wenn wir also diese grosse Differenz um 0° 12′ verkleinern, dann bekommen wir für alle gemessenen Werthe ungefähr 0° 10′, was im Allgemeinen als keine besonders grosse Differenz zu betrachten ist.

Die Form ist für Turmalin überhaupt neu.

Die Form $\{3\bar{5}3\}$, $\{0\bar{8}81\}$, $-8R$ wurde an einem Krystalle, Nr. 65 (Fig. 26, Taf. X), bemerkt. An demselben erscheint eine Zone von Flächen, welche gebildet wird, wie die Zeichnung zeigt, von den vier Formen $\{2\bar{3}2\}$, $\{3\bar{5}3\}$, $\{3\bar{4}3\}$, $\{1\bar{1}1\}$. Die Flächen sind sämmtlich etwas matt und schlecht, geben aber, wie die folgenden Messungen zeigen, immerhin noch solche Werthe, welche erlauben, alle obengenannten Formen mit einer gewissen Sicherheit zu bestimmen.

	Beobachtet:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(3\bar{5}3):(1\bar{2}1)$ =	13° 26′—13° 33′	13° 29,5′	13° 29,5′	0° 0′
$(3\bar{5}3):(2\bar{3}2)$	7 51 — 7 48	7 49,5	7 30	0 19,5
$(3\bar{5}3):(3\bar{4}3)$	—	14 47	15 14	0 27
$(3\bar{5}3):(1\bar{1}1)$	30 14 —30 3	30 8,5	30 18,5	0 10

Die beiden besten Messungen, nämlich $(3\bar{5}3):(1\bar{2}1)$ und $(3\bar{5}3):(1\bar{1}1)$, zeigen, dass diese Fläche wirklich zur Form $\{3\bar{5}3\}$ gehört.

Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{\bar{7}.12.\bar{7}\}$, $\{0.19.19.2\}$, $-\frac{19}{2}R$ ist für Turmalin neu. Diese Form habe ich an drei Krystallen beobachtet, nämlich an Nr. 4, 12 und 52. Die Ausbildung ist eine minder gute, doch erlauben die Flächen Messungen zu machen. Die besten Flächen haben die Krystalle Nr. 4 und 52, wo dieselben schon ohne Lupe zu bemerken sind; am Krystall Nr. 12 ist die

Fläche zu klein. Die ersten zwei Krystalle geben auch die am besten stimmenden Werthe.

	Beobachtet:			Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{7}.12.\bar{7}):(\bar{1}2\bar{1})$ =	11°5,5′—11°47,5′	3	3	11°27,4′	11°24,5′	0° 2,9′
$(7.12.7):(111)$	32 9,5 —32 48,5	3	3	32 25,4	32 22,5	0 2,9
$(7.12.7):(\bar{1}0\bar{1})$	—	1	1	63 36	63 57,5	0 21,5
$(\bar{7}.12.\bar{7}):(\bar{1}\bar{1}.16.\bar{1}\bar{1})$	—	1	1	11 12	11 39,9	0 27,9

Die zwei ersten mittleren Werthe zeigen fast keine Differenz, die zwei letzten hängen von der schlechten Beschaffenheit der Flächen $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ und $\{\bar{1}\bar{1}.16.\bar{1}\bar{1}\}$ ab, welche unscharfe Reflexbilder geben.

Eine Form, welche der beschriebenen sehr nahe liegt, ist $\{\bar{1}\bar{1}.19.\bar{1}\bar{1}\}$. Diese Form ist schon seit längerer Zeit am Turmalin bekannt. Sie ist jedoch viel complicirter als $\{\bar{7}.12.\bar{7}\}$, auch die Differenzen würden viel grössere, wenn wir unsere Form auf dieselbe beziehen wollten; es würde sich ergeben:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{1}1.19.\bar{1}1):(\bar{1}2\bar{1})$ =	11°27,4′	10°51′	0°36,4′
$(\bar{1}\bar{1}.19.\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}1\bar{1})$	32 25,4	32 56	0 30,6
$(\bar{1}\bar{1}.19.\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}0\bar{1})$	63 36	64 31	0 55
$(\bar{1}\bar{1}.19.\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}.16.\bar{1}\bar{1})$	11 12	12 13,25	1 1,25

Die Differenzen für die beiden ersten Messungen sind viel zu gross, so dass es richtiger sein wird, anstatt der schon bekannten, aber complicirteren Form $\{\bar{1}\bar{1}.19.\bar{1}\bar{1}\}$ die neue Form $\{\bar{7}.12.\bar{7}\}$ anzunehmen, welche mit den Messungen viel befriedigender übereinstimmt.

Die Form **$\{\bar{4}.7.\bar{4}\}$**, **$\{0.11.11.\bar{1}\}$**, **—11 R** wurde nur an einem Krystalle, nämlich an Nr. 23, beobahtet. Derselbe zeigt auf der Fläche von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ eine kanalähnliche Vertiefung, welche parallel der Combinationskante $(100):(2\bar{1}\bar{1})$ geht. Die Messung führt die Fläche y auf das Symbol $\{7\bar{3}\bar{3}\}$, für x auf die Form $\{\bar{4}7\bar{4}\}$. Da die Flächen nur schmal sind und ein sehr breites Reflexbild geben, ist die Differenz ziemlich bedeutend, doch ist sie nicht so gross, um anstatt dieser einfachen Form eine andere, complicirtere anzunehmen.

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{4}7\bar{4}):(\bar{1}2\bar{1})$ =	9°35,5′	9°53,1′	0°17,6′

Die Form wurde schon von Dana als fraglich angegeben.

Der schlechten Ausbildung wegen kann man die Form immerhin als etwas fraglich bezeichnen.

Als letzte Form in der Zone $[111, 1\bar{2}1]$ und zugleich als die am nächsten zu $(1\bar{2}1)$ liegende ist zu nennen **$\{11.21.11\}$**, **$\{0.32.32.1\}$**, **—32 R.** Auf der Fläche von $\{1\bar{2}1\}$ befindet sich eines der für diese Turmaline so typi-

schen Fortwachsungsindividuen, welches eine sehr gut spiegelnde Fläche zeigt; deren Messung ergab:

$$(1\bar{2}1):(x) = 3^{\circ}29'$$
$$(1\bar{1}1):(x) \quad 40\ 14$$

Die nächstliegenden Formen, auf welche diese Fläche bezogen werden könnte, wären $\{11.\bar{2}\bar{1}.11\}$, $\{0.32.\bar{3}\bar{2}.1\}$ und $\{32.\bar{6}\bar{1}.32\}$, $\{0.31.\bar{3}\bar{1}.1\}$. Für diese beiden Formen erhalten wir fast gleiche Differenzen, nämlich für:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(11.\bar{2}\bar{1}.11):(1\bar{2}1)$ =	3° 29′	3° 25,7′	0° 3,3′
$(11.\bar{2}\bar{1}.11):(1\bar{1}1)$	40 14	40 21,3	0 7,3

für die andere Form:

$(32.\bar{6}\bar{1}.32):(1\bar{2}1)$ =	3° 29′	3° 32,3′	0° 3,3′
$(32.\bar{6}\bar{1}.32):(1\bar{1}1)$	40 14	40 14,7	0 0,7

Die Messungen $(x):(1\bar{2}1)$ geben für beide Formen dieselben Differenzen 0° 3,3′, jene für $(x):(1\bar{1}1)$ für die zweite Form gar keine, für die erste 0° 7,3′. Es ist also danach schwer zu sagen, welche von beiden Formen die richtige ist. Die wahrscheinlichste scheint mir $\{11.\bar{2}\bar{1}.11\}$ zu sein, welche sehr viel einfacher ist als $\{32.\bar{6}\bar{1}.32\}$. Ich nehme deshalb jene, wenn auch als fraglich, an.

Zone [110, 1$\bar{1}$0] = [001].

Diese Zone ist in der Beziehung interessant, dass sie die reichste des analogen Poles ist, wie dies aus der Formentabelle leicht zu ersehen ist. Interessant ist es auch, dass ganz andere Formen für den analogen Pol typisch sind als für den antilogen. Für den ersteren sind die Formen $\{\bar{2}10\}$ und theilweise auch $\{\bar{4}10\}$ typisch, für den letzteren ist $\{3\bar{2}0\}$ die gewöhnlichste, ferner die Form $\{2\bar{1}0\}$, welche aber schon viel seltener ist.

Obgleich diese Zone eine sehr formenreiche ist, so ist es doch selten der Fall, dass ein Krystall besonders viele von ihnen und grösser ausgebildet besitzt, doch ist dies zuweilen der Fall.

Ein besonders interessanter Krystall in dieser Beziehung ist Nr. 22, welcher (Fig. 3a—3b, Taf. VIII) 10 verschiedene sichere Formen und ausserdem noch einige unsichere aufweist. An demselben finden sich ausserdem prachtvoll ausgebildet die seltenen Formen $\{\bar{2}0\bar{1}\}$ und $\{\bar{7}50\}$, von welchen die erstere nur an diesem Krystalle, die zweite auch noch an einem anderen zu beobachten ist.

Krystall Nr. 25 zeigt ebenfalls eine reiche Formenentwicklung in dieser Zone (s. die Beschreibung dieses Krystalles S. 370).

Unter den Formen, welche besonders oft vorkommen, befindet sich für den antilogen Pol natürlich $\{3\bar{2}0\}$, welche bei 95 % wenigstens zu beobachten

ist. Eigenthümlich ist es, dass diese Form, welche an den ceyloner Turmalinen so oft vorkommt (auch bei jenen von Gouverneur), bei Turmalinen anderen Vorkommens, bei den uralischen z. B., dagegen höchst selten ist. Die Flächen dieser Form sind stark ausgebildet, aber nur an einigen Krystallen vorherrschend, ihre Reflexe sind gut.

Die Form $\{\bar{2}10\}$ spielt die gleiche Rolle für den analogen Pol, am antilogen kommt sie zwar auch sehr oft vor, doch ist sie selten gut ausgebildet. Die gewöhnlichste Combination in dieser Beziehung ist $\{100\}$, $\{1\bar{1}\bar{1}\}$, $\{3\bar{2}0\}$, $\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, $\{\bar{2}10\}$ (Fig. 23, Taf. X). Ziemlich oft kommen auch die Formen $\{\bar{4}10\}$, $\{3\bar{1}0\}$ und $\{\bar{3}10\}$ vor. Alle anderen, obgleich an einzelnen Krystallen gut ausgebildet, sind schon sehr selten. Bemerkenswerth ist auch, dass die Flächen von vielen Formen in dieser Zone, obgleich sie gut glänzend und scheinbar ungestört ausgebildet sind, sehr starke Differenzen mit den berechneten Werthen ergeben. Dies ist besonders an dem analogen Pole scharf hervortretend. Einige Beispiele werden später mitgetheilt.

Die Form $\{\bar{16}.1.0\}$, $\{\bar{16}.\bar{1}.17.\bar{15}\}$, $R\frac{17}{15}$ wurde an Nr. 4 beobachtet als eine lange, sehr schmal ausgebildete, aber gut spiegelnde Fläche, welche folgende Winkelwerthe ergab:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{16}.1.0):(\bar{1}00)$ =	$2^\circ 46'$	$2^\circ 44{,}8'$	$0^\circ 1{,}2'$
$(\bar{16}.1.0):(\bar{1}10)$	63 35	63 38,5	0 3,5

Die dieser Form nahe stehende $\{\bar{15}.1.0\}$ giebt bedeutend grössere Differenzen:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{15}.1.0):(\bar{1}00)$ =	$2^\circ 46'$	$2^\circ 56{,}2'$	$0^\circ 10{,}2'$
$(\bar{15}.1.0):(\bar{1}10)$	63 35	63 27,1	0 7,9

Es ist deshalb viel wahrscheinlicher, dass die Form $\{\bar{16}.1.0\}$ vorliegt, doch ist sie etwas fraglich. Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{\bar{12}.1.0\}$, $\{\bar{12}.\bar{1}.13.\bar{11}\}$, $R\frac{13}{11}$ wurde nur an einem einzigen Krystalle, Nr. 4, bemerkt, an dem sie ziemlich gut ausgebildet ist. Die Fläche ist schmal, giebt aber ein ganz gutes messbares Reflexbild.

	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{12}.1.0):(\bar{1}00)$ =	$3^\circ 41'$ — $3^\circ 48'$	$3^\circ 44{,}5'$	$3^\circ 42{,}7'$	$0^\circ 1{,}8'$
$(\bar{12}.1.0):(\bar{1}10)$	62 36 — 62 43	62 39,5	62 40,5	0 1

Die Messungen sind so gut übereinstimmend, dass die Form ausser Zweifel steht. Sie ist für Turmalin neu.

Die Form $\{\bar{10}.1.0\}$, $\{\bar{10}.\bar{1}.11.\bar{9}\}$, $R\frac{11}{9}$ ist ebenfalls nur an einem Krystalle, nämlich an Nr. 22 (Fig. 3b, Taf. VIII), vorhanden. Sie ist sehr schmal ausgebildet und dadurch minder scharf messbar.

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(\overline{10}.1.0):(\bar{1}10)$ =	61° 40′	61° 53,1′	0° 13,1′
$(\overline{10}.1.0):(\bar{1}00)$	4 44	4 30,1	0 13,6

Diese Differenz macht die Form zwar etwas unsicher, berechtigt aber kaum, sie als fraglich zu bezeichnen.

Die Form $\{\bar{6}10\}$, $\{\bar{6}\bar{1}7\bar{5}\}$, $R_{\frac{7}{5}}$ wurde an einigen Krystallen beobachtet, z. B. an Nr. 2, 4, 23, 25, in minder guter Ausbildung auch noch an einigen anderen. Die Form ist absolut ohne Zweifel, obgleich sie nirgends besonders breit ausgebildet ist. Die beste Fläche hat Krystall Nr. 25, der eine ganze Reihe ditrigonaler Pyramiden dieser Zone in sehr guter Ausbildung aufweist; auch Krystall Nr. 23 (Fig. 18, Taf. IX) hat eine ziemlich gute Fläche.

Die einzelnen Messungen schwanken in ziemlich grossen Grenzen, doch ist diese Form immer sicher, besonders wenn wir in Betracht ziehen, dass in dieser Zone fast alle Formen sehr grosse Winkelschwankungen zeigen. Die Form ist für Turmalin neu.

Die gefundenen Winkelwerthe stehen in der Winkeltabelle. Die besten Reflexe und Messungen in der Hauptreihe gaben immer die Flächen von $\{\bar{2}10\}$, sodass diese Form immer zum Ausgangspunkte für die Messungen genommen wurde. Der Winkel $(\bar{6}10):(\bar{2}10)$ ergab gerade die am besten stimmenden Werthe, was deutlich zeigt, dass das Symbol $\{\bar{6}10\}$ richtig ist.

Die Form $\{410\}$, $\{\bar{4}153\}$, $R_{\frac{5}{3}}$ wurde an wenigstens zehn bis zwölf Krystallen in der vorliegenden Sammlung beobachtet und an den Krystallen Nr. 1, 2, 4, 19, 22 (Fig. 3b, Taf. VIII), 23 (Fig. 18, Taf. IX), 32, 59 (Fig. 24, Taf. X), 76 gemessen. Sie gehört also zu den im Allgemeinen an den ceyloner Turmalinen häufig vorkommenden Formen. Eine ungewöhnlich grosse Fläche dieser Form hat nur Nr. 59 (Fig. 24, Taf. X) aufzuweisen, während sie an den anderen kleiner, aber mit ganz gut ausgebildeten Flächen vorkommt. Die Form ist für Turmalin neu.

Die Messungen erlauben absolut keinen Zweifel in der richtigen Bestimmung des Symbols der Form; am Krystalle Nr. 4 wurde beispielsweise gemessen:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{4}10):(\bar{1}10)$ =	53° 51,5′	53° 53,8′	0° 2,3′
$(\bar{4}10):(\bar{1}00)$	12 32,4	12 29,4	0 3,1
$(\bar{4}10):(\bar{2}10)$	16 29	16 34,3	0 5,3

Am Krystalle Nr. 32:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{4}10):(\bar{1}10)$ =	53° 58′	53° 53,8′	0° 4,2′
$(\bar{4}10):(\bar{1}00)$	12 26	12 29,4	0 3,4

Die Form $\{11.\bar{3}.0\}$, $\{11.3.\overline{14}.\bar{8}\}$, $R_{\frac{7}{4}}$ fand sich an einem einzigen Kry

stalle, Nr. 14, schlecht ausgebildet, so dass die Messungen schwierig waren Ich erhielt für diese Fläche:

	Beobachtet:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(11.\bar{3}.0):(1\bar{1}0)$ =	52°30′—53° 8′	52°49′	52°33,6′	0°15,4′
$(11.\bar{3}.0):(100)$	13 15 —13 53	13 34	13 49,6	0 14,4

Die Form wäre für Turmalin neu.

Die Form $\{\overline{11}.3.0\}$, $\{\overline{11}.\bar{3}.14.\bar{8}\}$, $R\frac{7}{4}$ wurde an zwei Krystallen gefunden, Nr. 25 und Nr. 45, an letzterem Krystalle mit zwei Flächen. Alle drei Flächen waren deutlich ausgebildet und lieferten ziemlich gute Reflexbilder.

Die Differenzen sind nicht derartig gross, dass diese Form als unsicher gelten könnte. Sie ist für Turmalin neu.

Die Form $\{\overline{10}.3.0\}$, $\{\overline{10}.\bar{3}.13.\bar{7}\}$, $R\frac{13}{7}$ wurde in guter Ausbildung nur an dem Krystalle Nr. 22 gefunden, an dem die Form absolut unzweifelhaft ist.

Krystall 45 hat zwar auch eine grosse Fläche von dieser Form, sie ist jedoch matt, und die Messungen sind daher nur approximative, sie zeigen immerhin, dass die Fläche ohne Zweifel zu $\{\overline{10}.3.0\}$ gehört. Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{3\bar{1}0\}$, $\{3\bar{1}4\bar{2}\}$, **R2** gehört nicht zu den seltenen Formen beim Turmalin. Sie wurde zuerst von G. Rose angegeben und seitdem noch für viele Turmalinvorkommen festgestellt, auch unter dem ceyloner Material ist sie an vielen Krystallen vorhanden. Durch Messung bestimmt habe ich sie an den Nrn. 22, 27, 52, 67a, an einigen anderen Krystallen dagegen konnte sie nur durch approximative Messungen oder durch ihre Lage in den Zonen $[100, 1\bar{1}0]$ und $[4\bar{1}\bar{1}, 2\bar{1}1]$ bestimmt werden. Im Allgemeinen sind ihre Flächen an allen Krystallen untergeordnet, nur Krystall Nr. 67a (Fig. 25, Taf. X) zeigt diese Form sehr stark entwickelt, dafür ist sie aber hier ganz matt, so dass die Messungen nur mit aufgelegten Glasplättchen angestellt werden konnten.

Noch öfter kommt die ihr entsprechende Form an dem analogen Pole, also $\{310\}$, $\{3142\}$, **R2**, vor. Sie wurde an vielen Krystallen gefunden und an den Nrn. 22, 25, 32, 45 gemessen. An Nr. 22 (Fig. 3b, Taf. VIII) ist sie mit zwei ganz grossen und gut ausgebildeten Flächen entwickelt, welche zu den herrschenden an dem Krystalle gehören. Die eine dieser Flächen ist durch zwei Vicinalformen vertreten, während die andere sehr gut ist.

Die Ausbildung an den anderen Krystallen ist eine gute zu nennen. Im Allgemeinen kann man diese Form als eine ziemlich gewöhnliche für den analogen Pol bezeichnen.

Die Form $\{14.\bar{5}.0\}$, $\{14.5.\bar{1}\bar{9}.9\}$, $R\frac{1}{9}^{9}$ wurde nur an einem einzigen Krystalle bemerkt. Sie ist ziemlich gut ausgebildet, und die Messungen geben sehr genaue Resultate; doch ist ihr Symbol zu complicirt, um sie als absolut richtig zu bezeichnen. Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{\bar{8}30\}$, $\{\bar{8}.3.11.\bar{5}\}$, $R\frac{1}{5}^{1}$ gehört zu den unsicheren Formen. An Nr. 52 findet sich eine Fläche, welche folgende Winkel giebt:

$$(\bar{1}10) : (x) = 45^0 47'$$
$$(\bar{2}10) : (x) \quad 8\ 19{,}5$$

Die einfachsten Symbole, auf welche diese Flächen bezogen werden kann, sind $\{\bar{8}30\}$ und $\{\bar{1}\bar{3}.5.0\}$. Das erstere erfordert:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{8}30):(\bar{1}10) =$	$45^0 47'$	$46^0\ 7'$	$0^0 20'$
$(\bar{8}30):(\bar{2}10)$	8 19,5	8 47,5	0 28

das zweite dagegen:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{1}\bar{3}.5.0):(\bar{1}10) =$	$45^0 47'$	$45^0 28{,}3'$	$0^0 18{,}7'$
$(\bar{1}\bar{3}.5.0):(\bar{2}10)$	8 19,5	8 18,8	0 0,7

Die Differenz für die erste Form ist zu gross, jene für die zweite is zwar auch noch bedeutend, und das Symbol ist viel complicirter als das erste. Da aber die Fläche ein so gutes Reflexbild giebt, dass eine genaue Einstellung möglich ist, so erscheint es mir das Wahrscheinlichste, dass hier eine Vicinalfläche von einer dieser beiden Formen vorliegt.

Die Form $\{17.\bar{7}.0\}$, $\{17.7.\bar{2}\bar{4}.10\}$, $R\frac{1}{5}^{2}$ ist an Nr. 30 gut ausgebildet. Sie bildet eine ziemlich breite Fläche in der Zone $[100, 1\bar{1}0]$, welche genügend genaue Werthe giebt, um sie als zur Form $\{17.\bar{7}.0\}$ gehörig zu bezeichnen. Die grosse Differenz in dem Werthe $(17.\bar{7}.0):(100)$ hängt ausschliesslich von der Fläche $\{100\}$ ab, welche ein sehr schlechtes Reflexbild giebt. Die Form ist für Turmalin neu.

Die dieser entsprechende Form $\{\bar{1}\bar{7}.7.0\}$, $\{\bar{1}\bar{7}.\bar{7}.24.\bar{1}\bar{0}\}$, $R\frac{1}{5}^{2}$ an dem analogen Pole findet sich am Krystalle Nr. 76 mit einer Fläche, welche aber so genaue Messungen giebt, dass die Form ohne Zweifel ist. Die Form ist für Turmalin neu.

Die einfachere Form $\{7\bar{3}0\}$, $\{7.3.\bar{1}\bar{0}.4\}$, $\frac{5}{2}R$ kann als fraglich bezeichnet werden. An Nr. 1 findet sie sich mit zwei Flächen, welche nur approximativ messbar sind. Sie geben:

	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(7\bar{3}0):(1\bar{1}0) =$	$42^0 53'$—$43^0 10'$	$42^0 56'$	$42^0 37{,}2'$	$0^0 18{,}8'$
$(7\bar{3}0):(3\bar{2}0)$	18 42 —18 58,5	18 45	18 2,3	0 42,7

Die beste Messung giebt $(7\bar{3}0):(1\bar{1}0) = 42^0 53'$, welche Zahl dem be-

rechneten Werthe ziemlich nahe kommt, indessen sind die Flächen zu schlecht ausgebildet, um eine sichere Entscheidung zu gestatten.

Eine schwach ausgebildete, aber gut messbare Fläche von $\{11.5.0\}$, $\{\overline{11}.\bar{5}.16.\bar{6}\}$, $R\frac{8}{3}$ finden wir an Nr. 32, sie giebt:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\overline{11}.5.0):(\bar{1}10) =$	$40^0 33'$	$40^0 37{,}4'$	$0^0 4{,}4'$

Die Form ist für Turmalin neu.

Die Formen $\{2\bar{1}0\}$, $\{21\bar{3}1\}$, $R3$ und $\{\bar{2}10\}$, $\{2\bar{1}\bar{3}1\}$, $R3$ gehören zu den gewöhnlichsten Formen des Turmalins und sind fast für alle Vorkommen bekannt; auch die ceyloner Turmaline machen hiervon keine Ausnahme. Die beiden Formen aber haben verschiedene Eigenschaften. Die erstere Form ist seltener als die zweite. Die Form $\{2\bar{1}0\}$ ist keine typische Form für die ceyloner Turmaline, während $\{\bar{2}10\}$ an denselben die häufigste nach $\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ und $\{\bar{1}1\bar{1}\}$ ist, vielleicht ebenso häufig wie die beiden letzten. Es ist sehr selten, dass ein Krystall diese Form nicht hat. Doch ist sie eben so selten besonders stark entwickelt, und als herrschende Form tritt sie nie auf. Jedenfalls bleibt sie die typischste für den analogen Pol. Im Gegensatze hierzu ist $\{2\bar{1}0\}$, welche so typisch für viele Vorkommen ist (beispielsweise ist sie die grösste und manchmal fast die einzige Form an den Turmalinen von Mursinka und Schaitanka), hier keine typische und nur sehr selten stärker ausgebildete Form.

Die beiden Formen haben bisweilen Streifung parallel der Kante $[2\bar{1}0, 1\bar{1}0]$ oder nach $[\bar{2}10, \bar{1}10]$, doch immer undeutlich und unregelmässig.

$\{\bar{2}10\}$ kommt manchmal ganz matt vor, was ich bei $\{2\bar{1}0\}$ nicht beobachtet habe.

Die Form $\{13.\bar{7}.0\}$, $\{13.7.\overline{20}.6\}$, $R\frac{10}{3}$ ist an Nr. 27 durch eine Fläche vertreten. Sie ist nur sehr schmal ausgebildet, das Reflexbild ist zwar gut einstellbar, doch ergiebt sich eine ziemlich grosse Differenz mit den berechneten Werthen. Dies ist aber bei diesem Krystalle auch für alle anderen, selbst die besten Flächen der Fall. So geben die ganz gut und gross ausgebildeten Flächen von $\{3\bar{2}0\}$ mit den nebenliegenden Flächen Winkelwerthe, welche um $0^0 6'$ bis $0^0 10'$ differiren. Ich habe deswegen $\{13.\bar{7}.0\}$, obgleich sie bedeutende Differenzen giebt, zu den sichergestellten Formen gerechnet. Die Form ist für Turmalin neu.

An Nr. 25 findet sich eine ganz gut ausgebildete Fläche von $\{\bar{9}50\}$, $\{9.5.14.4\}$, $R\frac{7}{2}$, deren Reflexbild sehr gut ist. Die Differenzen bei zwei Messungen mit zwei verschiedenen Incidenzwinkeln zeigen nur sehr kleine Abweichungen von einander, so dass auch diese Form als sichergestellt zu betrachten ist. Sie ist für Turmalin neu.

Die Form $\{740\}$, $\{7.4.\overline{11}.3\}$, $R\frac{11}{3}$ findet sich mit einer einzigen, schmalen

Fläche am Krystalle Nr. 4, sie giebt indessen bei ganz gutem Reflexbilde so befriedigende Messungen, dass sie ausser allem Zweifel ist. Die besten Messungen geben:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(7\bar{4}0):(1\bar{1}0) =$	32° 5′	31° 56′	0° 9′
$(7\bar{4}0):(100)$	34 23	34 27,1	0 4,1

Sie ist für Turmalin neu.

Die entsprechende Form $\{740\}$, $\{\bar{7}.\bar{4}.11.\bar{3}\}$, $R^{1}{}_{3}{}^{1}$ an dem analogen Pole ist ebenfalls nur an einem einzigen Krystalle, nämlich Nr. 45, vertreten. Sie bildet eine sehr schmale Fläche, welche ein ziemlich schwaches Reflexbild giebt. Immerhin ist die Messung so genau, dass an der Richtigkeit des Symboles $\{\bar{7}40\}$ kein Zweifel aufkommen kann. Die beste Messung ergab:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{7}40):(\bar{1}10) =$	31° 51′	31° 56′	0° 5′

Diese Form, deren Polkanten von der trigonalen Pyramide $\{\bar{7}\bar{7}8\}$ abgestumpft werden, ist für den Turmalin neu.

Die Form $\{5\bar{3}0\}$, $\{5382\}$, R4 wurde an einigen Krystallen bemerkt und an den Nrn. 22 (Fig. 3a, Taf. VIII), 27, 30, 52 gemessen. Die Flächen dieser Form sind jedoch an allen Krystallen nur sehr untergeordet. Am besten sind sie an Nr. 52 entwickelt, welcher Krystall auch die besten Messungswerthe ergab.

Die Form ist ohne Zweifel sicher und für Turmalin neu.

Die Formen $\{3\bar{2}0\}$, $\{3\bar{2}\bar{5}1\}$, R5 und $\{\bar{3}20\}$, $\{\bar{3}25\bar{1}\}$, R5 sind sehr interessant und sollen zusammen beschrieben werden. Die erste $\{3\bar{2}0\}$ gehört zu den gewöhnlichsten Formen beim Turmalin und ist fast für alle Vorkommen bekannt. An vielen Krystallen (z. B. von Gouverneur und anderen) ist sie die herrschende Form, während die andere nur als sehr untergeordnete erscheint. Andererseits existiren aber Vorkommen, bei denen die erste Form nur höchst selten vorkommt, z. B. die Turmaline der meisten uralischen Vorkommen. An den ceyloner Turmalinen erscheint sie an dritter, wahrscheinlich aber an zweiter Stelle in der Reihe der Häufigkeit der Formen $\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{3\bar{2}0\}$ oder $\{100\}$, $\{3\bar{2}0\}$, $\{1\bar{1}1\}$, da manchmal die Flächen von $\{3\bar{2}0\}$ viel grösser ausgebildet sind als jene von $\{1\bar{1}1\}$.

Im Gegensatze hierzu ist $\{\bar{3}20\}$ eine der seltensten Formen des Turmalins, welche nur bei sehr wenigen Vorkommen bestimmt worden ist. Wenn trotzdem in vielen älteren Arbeiten diese Form angegeben wird, so beruht das darauf, dass die Bestimmungen der beiden Pole nach dem G. Rose-schen Gesetze gemacht worden sind, welches aber (s. S. 265) unrichtig ist.

In guter Ausbildung habe ich diese Form an keinem meiner Krystalle

aufgefunden, ganz untergeordnet fand sie sich an Nr. 25 und an einigen anderen.

Hierin liegt der Hauptunterschied zwischen $\{3\bar{2}0\}$ und $\{\bar{3}20\}$.

Obgleich $\{3\bar{2}0\}$ an den meisten ceyloner Krystallen ziemlich gross ausgebildet ist, so erscheint sie doch nur selten als stark vorherrschende Form, als einzige aber nie. Das beste Beispiel unter den wenigen Krystallen mit grossem $\{3\bar{2}0\}$ bildet Nr. 65 (Fig. 26, Taf. X). Dazwischen existiren eine Reihe von Krystallen der verschiedenen Combinationen bis zu solchen, wo $\{3\bar{2}0\}$ kaum bemerkbar ist.

Gewöhnlich sind die Flächen von $\{3\bar{2}0\}$ glänzend und geben tadellose Reflexe, an vielen Krystallen aber sind dieselben auch ganz gestört und bisweilen ganz matt.

Die Form $\{7\bar{5}0\}$, $\{7.5.\overline{12}.2\}$, **R6** ist nur an zwei Krystallen vertreten, nämlich an Nr. 6 und 56. Der erste Krystall zeigt eine ziemlich gut ausgebildete Fläche, welche aber nicht genau in der Zone liegt. Doch ist der ganze Krystall etwas unregelmässig ausgebildet, so dass sich in jeder Zone Flächen finden, welche nicht genau justirt zu den anderen liegen. Auch an Nr. 56 ist die Fläche nicht besonders gut ausgebildet, giebt daher ziemliche Differenzen; nichtsdestoweniger ist die Form der Einfachheit des Symbols wegen absolut ohne Zweifel.

Die Form ist für Turmalin neu.

Die entsprechende Form $\{\bar{7}50\}$, $\{\bar{7}.\bar{5}.12.\bar{2}\}$, **R6** an dem analogen Pole habe ich an den Krystallen Nr. 22 und 32 beobachtet. In vorzüglicher Ausbildung als eine sehr breite und tadellos spiegelnde Fläche erscheint sie an Nr. 22 (Fig. 3b, Taf. VIII). Die sehr genaue Messung ergab:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{7}50):(\bar{1}10)$ =	$20^0\,49'$	$20^0\,51{,}8'$	$0^0\,2{,}8'$

Ausführlicher ist diese Fläche bei der Beschreibung des Krystalls nachzusehen (S. 368).

Die Form ist absolut sicher gestellt und für Turmalin neu.

Am selben Krystall Nr. 22 fand sich noch eine andere Fläche, welche ebenfalls zu dieser Form zu gehören schien, allein die Differenz ist, wollten wir sie auf $\{\bar{7}50\}$ beziehen, zu gross, nämlich:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{7}50):(\bar{1}10)$ =	$20^0\,18'$	$20^0\,51{,}8'$	$0^0\,33{,}8'$

Da die Fläche sehr gut ausgebildet ist und die Messungen mit drei verschiedenen Incidenzwinkeln stets denselben Werth $20^0\,18'$ ergaben, so musste für diese Fläche ein neues Formensymbol gesucht werden.

Am besten stimmt mit dem gemessenen Werthe derjenige für $\{\overline{18}.13.0\}$, $\{\overline{18}.\overline{13}.31.5\}$, $R^{\frac{3}{5}1}$, nämlich:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{1}\bar{8}.13.0):(\bar{1}10)$ =	20° 18′	20° 15,1′	0° 2,9′
$(\bar{1}\bar{8}.13.0):(\bar{2}10)$	17 3,5	17 4,4	0 0,9

Das Symbol ist zwar sehr complicirt, doch muss ich es der guten Ausbildung wegen als möglich betrachten.

Die Form wäre für Turmalin neu.

Die Form $\{15.\bar{1}\bar{1}.0\}$, $\{15.11.\overline{26}.4\}$, $\mathbf{R}\tfrac{1}{2}^{3}$, obgleich sie nur an einem einzigen Krystalle, Nr. 27, und mit einer Fläche vertreten ist, scheint ganz sicher. Sie giebt folgende Werthe:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(15.\bar{1}\bar{1}.0):(1\bar{1}0)$ =	19° 30′	19° 23,5′	0° 6,5′
$(15.\bar{1}\bar{1}.0):(100)$	46 55	46 59,6	0 4,6

Die Differenzen sind etwas gross, es liegt indessen keine einfachere Form in der Nähe, auf welche sich dieselbe beziehen liesse.

Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{\bar{4}30\}$, $\{\bar{4}\bar{3}7\bar{1}\}$, **R7** ist absolut sicher. Sie wurde an den Krystallen Nr. 4, 25, 63 und an mehreren anderen bemerkt. Am besten ist sie an Nr. 25 ausgebildet, wo sie durch eine Fläche vertreten ist. Die Messung dieser Fläche ergab:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{4}30):(\bar{1}10)$ =	18° 7′	18° 3,8′	0° 3,2′
$(\bar{4}30):(\bar{3}20)$	6 27	7 31,1	0 4,1

Nr. 4 giebt eine Fläche, welche indessen nur als fraglich mit $\{\bar{4}30\}$ bezeichnet werden kann. Sie ergab nämlich:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{4}30):(\bar{1}10)$ =	17° 21′	18° 3,8′	0° 42,8′

Wahrscheinlich gehört diese Fläche zur Form $\{\overline{25}.19.0\}$, $\{\overline{25}.\overline{19}.44.\bar{6}\}$, $R\tfrac{2}{3}^{2}$, für welche erforderlich wäre:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\overline{25}.19.0):(\bar{1}10)$ =	17° 21′	17° 19,4′	0° 1,6′

Die Fläche ist gut ausgebildet, ganz genau messbar, doch ist das Symbol $\{\overline{25}.19.0\}$ zu complicirt, um es anzunehmen.

Nr. 63 weist nur eine sehr schlechte Fläche auf, welche auch nur fraglicherweise zu dieser Form gerechnet werden kann.

Die Form ist für Turmalin neu.

An Turmalinen anderer Fundorte habe ich diese Form an einem Krystalle von Dekalb beobachtet (Sammlung des Herrn Seligmann in Coblenz). Er trägt eine sehr gut ausgebildete Fläche (Fig. 72, Taf. XIII), welche sehr genaue Werthe liefert, und die Sicherheit dieser Form am besten beweist.

Die Form $\{9\bar{7}0\}$, $\{9.7.16.2\}$, **R8** wurde an Nr. 2, 4, 5, 11 gemessen und ohne Zweifel sicher gestellt. Nr. 2 hat eine kleine, aber messbare Fläche, Nr. 4 eine nur approximativ bestimmbare, Nr. 5 eine schlechte, während Nr. 11 eine ganz gut reflectirende Fläche aufweist. Nr. 2 und 11 sind die besten.

Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{5\bar{4}0\}$, $\{54\bar{9}1\}$, **R9** ist absolut ohne Zweifel. Sie wurde an Nr. 15, 27, 76 bemerkt. Der erste Krystall hat eine minder gute Fläche, welche nur approximativ bestimmbar ist, die beiden anderen dagegen zeigen diese Form ganz gut ausgebildet; z. B. giebt Nr. 76:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(5\bar{4}0):(1\bar{1}0) =$	14° 17′	14° 15,6′	0° 1,4′
$(5\bar{4}0):(3\bar{2}0)$	10 15	10 19,3	0 4,3

Nr. 27 giebt auch genaue Messungswerthe. Die Form ist für Turmalin neu.

Die dieser entsprechende Form an dem analogen Pole, nämlich $\{\bar{5}40\}$, $\{\bar{5}49\bar{1}\}$, **R9** wurde nur an einem einzigen ceyloner Krystalle, Nr. 25, beobachtet. Sie ist sehr gut ausgebildet, giebt aber ziemliche Differenzen, nämlich:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{5}40):(\bar{1}10) =$	14° 5′	14° 15,6′	0° 10,6′
$(\bar{5}40):(\bar{2}10)$	23 26,5	23 3,9	0 22,6

Es liegt jedoch kein Grund vor, diese Form, deren Symbol ein sehr einfaches ist, als fraglich zu bezeichnen. Auch an einem Krystalle von Dekalb (aus der Sammlung des Herrn Seligmann in Coblenz) habe ich diese Form feststellen können, mit einer sehr gut ausgebildeten und genau messbaren Fläche (s. die Beschreibung der Turmaline von Dekalb S. 427).

Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{6\bar{5}0\}$, $\{6.5.\bar{1}\bar{1}.1\}$, **R11** ist fraglich, da die einzige Fläche dieser Form an dem Krystalle Nr. 52 zu grosse Differenzen giebt; z. B.:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(6\bar{5}0):(1\bar{1}0) =$	12° 9′	11° 44,9′	0° 24,1′

Die Form hat ein einfaches Symbol und nur deswegen habe ich dieselbe angenommen.

Die Form wäre für Turmalin neu.

Die Form $\{\bar{7}60\}$, $\{\bar{7}.\bar{6}.13.\bar{1}\}$, **R13** ist mit einer gut ausgebildeten und sehr genau messbaren Fläche am Krystall Nr. 4 entwickelt.

Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{15.\overline{13}.0\}$, $\{15.13.\overline{28}.2\}$, **R14** ist mit nur einer, aber sehr genau messbaren Fläche an Krystall Nr. 32 ausgebildet.

Diese Form ist für Turmalin neu.

Die ihr entsprechende Form $\{\overline{15}.13.0\}$, $\{\overline{15}.\overline{13}.28.\bar{2}\}$, **R14** ist an Nr. 22 (Fig. 3b, Taf. VIII) sehr deutlich ausgebildet und giebt bei den Messungen sehr genaue Resultate, so dass auch sie zu den zweifellos sicher gestellten zu rechnen ist.

Die Form $\{13.\overline{12}.0\}$, $\{13.12.\overline{25}.1\}$, **R25** fand sich an Nr. 22 (Fig. 3a, Taf. VIII). Derselbe Krystall zeigt auch eine Fläche der Form $\{\overline{13}.12.0\}$, $\{13.12.25.\bar{1}\}$, **R25** an dem analogen Pole. Beide sind gut ausgebildet und geben ganz gute und genau messbare Reflexbilder.

Die beiden Formen sind für Turmalin neu.

Die Formen $\{\overline{18}.17.0\}$, $\{\overline{18}.\overline{17}.35.\bar{1}\}$, **R35** und $\{20.\overline{19}.0\}$, $\{20.19.\overline{39}.1\}$, **R39** fanden sich an dem Krystalle Nr. 22 (Fig. 3a und 3b, Taf. VIII). Jede Form ist durch eine kleine, aber gut ausgebildete Fläche vertreten. Die Indices sind nicht so besonders complicirt, um diese Formen als fraglich zu bezeichnen.

Die beiden Formen sind für Turmalin neu.

Dieselbe Zone, aber zwischen {100} und {101}.

Zwischen {100} und {101} in der Hauptreihe liegen nicht viele Formen, überdies sind die Flächen der beobachteten Formen sehr selten gross und gut ausgebildet, herrschend absolut nie. Nur die Form $\{\bar{2}0\bar{1}\}$ und einige andere gut ausgebildete Flächen am Krystalle Nr. 22 machen hierin eine Ausnahme. Die zu $\{\bar{1}00\}$ nächstgelegene Form dieser Zone ist $\{\bar{3}0\bar{1}\}$, $\{\bar{2}134\}$, $\frac{1}{4}$**R3**, welche an einigen Krystallen vorkommt. So haben Nr. 11 und 75 diese Form, ihre Flächenausbildung ist aber bei beiden Krystallen sehr schlecht, so dass die einzelnen Messungen bis zu 0° 40′ schwanken. Es ergaben sich folgende Werthe:

	Beobachtet:	Mittel:	Berechnet:
$(\bar{1}0\bar{1}):(\bar{3}0\bar{1})$ =	11° 55′—13° 25′	12° 52′	12° 20,5′

Die Einfachheit der Indices spricht für die Zugehörigkeit dieser Flächen zur Form $\{\bar{3}0\bar{1}\}$; der unscharfen Messungen wegen muss die Form indessen als fraglich bezeichnet werden. Ich habe sie in die Tabelle aufgenommen, weil sie dadurch interessant ist, dass sie in der flächenarmen Zone liegt.

Die Form $\{\bar{2}0\bar{1}\}$, $\{\bar{1}\bar{1}2\bar{3}\}$, $\frac{2}{3}$**R2** fand sich an zwei Krystallen, nämlich Nr. 22 und Nr. 64. Besonders scharf ist sie an Nr. 22 (Fig. 3b, Taf. VIII) ausgebildet mit zwei sehr gut ausgebildeten und scharf messbaren Flächen. Nr. 64 zeigt nur eine sehr schmale, aber doch ziemlich genau messbare Fläche dieser Form. Ihr Symbol ist ohne jeden Zweifel.

G. vom Rath[1]) hat diese Form erstmals an Krystallen von schwarzem Turmalin von der »Emerald and Hiddenite Mine« in Nord-Carolina aufgefunden. Seit dieser Zeit blieb sie die einzige bekannte Pyramide der zweiten Art. Wie wir später sehen werden, habe ich an den ceyloner Krystallen noch viele weitere Pyramiden dieser Art gefunden.

Die Form **{503}**, **$\{23\bar{5}8\}$**, $-\frac{1}{8}$**R5** wurde an dem Krystalle Nr. 20 bemerkt, und zwar mit zwei Flächen, welche ganz gute Reflexe geben und diese Form als absolut sicher beweisen.

Die entsprechende Form **$\{\bar{5}0\bar{3}\}$**, **{2358}**, $-\frac{1}{8}$**R5**, an dem analogen Pole, ist an Nr. 66 mit einer ganz schmalen Fläche ausgebildet. Sie giebt kein besonders scharfes Reflexbild, wodurch natürlich die Messungen nicht so genau sind wie bei der vorigen Form.

Die Form **{302}**, **$\{12\bar{3}5\}$**, $-\frac{1}{5}$**R3** fand sich an einigen Krystallen, doch ist sie immer schlecht ausgebildet. Nr. 13 (Fig. 10, Taf. IX) zeigt vier Flächen dieser Form, alle aber sind so schmal, dass nur approximative Messungen möglich sind, welche ziemlich grosse Differenzen zeigen, doch geben alle für den Winkel (302) : (101) ungefähr 5^0, so dass wir diese Flächen auf diese Form beziehen können.

Bedeutend besser ausgebildet ist diese Form an Nr. 45, und zwar mit zwei Flächen. Die eine bessere derselben ergab:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
(302) : (101) =	$4^0\,59'$	$5^0\,0,8'$	$0^0\,1,8'$

so dass das Symbol {302} ohne Zweifel ist. Die Ausbildung der zweiten Fläche war weniger gut.

An Nr. 52 gab eine ziemlich gute Fläche:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
(302) : (101) =	$5^0\,17'$	$5^0\,0,8'$	$0^0\,16,2'$

Auch Nr. 76 weist schmale Flächen dieser Form auf, deren Messungen deutlich zeigen, dass {302} vorliegt. Im Allgemeinen also ist die Form absolut sicher.

Die Form **{705}**, **$\{2.5.\bar{7}.12\}$**, $-\frac{1}{4}$**R**$\frac{7}{3}$ findet sich in sehr guter Ausbildung am Krystalle Nr. 20, und zwar mit vier Flächen, deren Messungen, wie aus der Winkeltabelle ersichtlich ist, so befriedigende Resultate ergeben, dass die Form jedenfalls als absolut sicher bezeichnet werden kann.

---

1) Sitzungsber. d. Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde zu Bonn vom 3. Mai 1886.

Die Zone $[100, 1\bar{1}1] = [011]$.

Die jetzt zu besprechende Zone $[100, 1\bar{1}1]$ bot die meisten Schwierigkeiten in der Bestimmung der in ihr enthaltenen Formen. Die Ursachen hiervon liegen in einer auftretenden Streifung und eigenthümlichen Wachsthumserscheinungen. Die Streifung verläuft parallel der Combinationskante $[100, 1\bar{1}1]$, ist aber an den ceyloner Krystallen nur an dem antilogen Pole vorhanden.

Diese Streifung wird hauptsächlich bedingt durch eine alternirende Wiederholung der verschiedenen Formen, welche in der Zone $[100, 1\bar{1}1]$ gelegen sind. Sie erreicht alle möglichen Stärkegrade, beginnend von der grössten Feinheit, bei welcher mit keinem Mittel die einzelnen Formen unterschieden werden können, geht sie durch gröbere und gröbere Varietäten bis zu jenen, bei welchen wir mit Hülfe der Messung mit zwei oder drei verschiedenen Incidenzwinkeln schon die einzelnen Formen bestimmen können, welche diese Streifung hervorrufen.

Endlich findet man auch solche Krystalle, bei welchen die einzelnen Flächen der Streifung so gross und gut ausgebildet sind, dass sie ohne weiteres durch gewöhnliche Messungen genau bestimmbar sind.

Das von Dr. Grünling zusammengebrachte Material bietet eine ganze Menge prachtvoller Beispiele für diese Erscheinung.

Die zweite, für die Genauigkeit der Messungen ebenso unangenehme Ursache bilden merkwürdige Wachsthumserscheinungen, welche besonders die Flächen von $\{100\}$ stören. Die stark ausgeprägten Fortwachsungen auf dieser Fläche sind schon gelegentlich der Beschreibung der Form $\{100\}$ besprochen worden (s. S. 291).

Zu den Formen, welche in dieser Zone zwischen $\{100\}$ und $\{1\bar{1}1\}$ besonders häufig sind, gehören $\{2\bar{1}1\}$, $\{4\bar{1}1\}$, $\{3\bar{1}1\}$. Die Form $\{2\bar{1}1\}$ ist fast an jedem Krystalle ausgebildet und bisweilen so stark, dass sie eine von den herrschenden Formen des Krystalles wird.

Die Formen $\{4\bar{1}1\}$ und $\{3\bar{1}1\}$, obgleich sie sehr oft, wahrscheinlich an der Hälfte der Krystalle vorkommen, sind immer schlecht ausgebildet, besonders $\{3\bar{1}1\}$, welche nur an einigen Krystallen als gross ausgebildete Fläche zu beobachten ist; für gewöhnlich erscheint sie nur als Begrenzung von Wachsthumshügeln auf den Flächen von $\{2\bar{1}2\}$. Doch kommt sie hier so oft vor, dass sie den häufigsten Formen zugezählt werden muss. Ausser diesen erscheinen noch sehr oft eine Reihe unbestimmbarer Formen, von denen sich aber nur aussagen lässt, dass sie sehr nahe zu $\{100\}$ gelegen sind.

Die anderen in der Tabelle mitgetheilten Formen sind selten.

Die Mehrzahl der Flächen ist glänzend, nur $\{2\bar{1}1\}$ und $\{3\bar{1}1\}$ kommen

bisweilen ganz matt vor. Die anderen sind dagegen oft gestreift parallel $(100):(1\bar{1}1)$.

Die zu $\{100\}$ sehr nahe gelegenen Formen sind unsicher, weil der Unterschied zwischen den einzelnen Formen so klein ist, dass schon kleine Ungenauigkeiten der Messung das Resultat ändern; zu solchen, an vielen Krystallen beobachteten, schlecht ausgebildeten Formen gehören z. B.: $\{19.\bar{1}.1\}$, $\{18.\bar{1}.1\}$, $\{17.\bar{1}.1\}$ u. s. w. So wurde z. B. für eine Fläche folgender Winkel gemessen:

$$(100):(x) = 2^0\,36'$$

Für diesen Werth können wir nun die Form $\{17.\bar{1}.1\}$ oder $\{18.\bar{1}.1\}$ annehmen, die zweite Form würde mit $\{100\}$ einen Winkel von $2^0\,32{,}9'$, die erste einen solchen von $2^0\,41'$ erfordern, der beobachtete Werth liegt aber in der Mitte. In diesen Fällen mangelt gewöhnlich auch ein fester Ausgangspunkt, da die Form $\{100\}$ selbst immer grosse Abweichungen vom richtigen Werthe für $(100):(1\bar{1}1)$ giebt. Meistens habe ich für diese Formen die Flächen von $\{111\}$ als Ausgangspunkt genommen, weil diese viel bessere Reflexbilder geben als jene von $\{100\}$.

Bei solcher Lage der Dinge ist es natürlich unmöglich, Formen wie $\{20.\bar{1}.1\}$, $\{19.\bar{1}.1\}$ u. s. f. mit Sicherheit zu bestimmen, obwohl der Turmalin eine ganze Anzahl solcher $\{100\}$ nahe liegender Flächen aufweist.

In der Formentabelle habe ich die erste Form $\{\mathbf{19.\bar{1}.1}\}$ als fraglich aufgenommen, da sie sehr oft bestimmt wurde, die Messungen aber doch nicht mit voller Sicherheit die richtige Natur dieser Fläche gewährleisten. Am Krystalle Nr. 35 geben z. B. die Flächen der Streifung folgenden Winkel:

$$(100):(x) = 2^0\,27'$$

Das kann nun $\{19.\bar{1}.1\}$ sein, berechnet $2^0\,27'$, aber ebenso gut auch $\{18.\bar{1}.1\}$, berechnet $2^0\,32{,}9'$, endlich auch $\{17.\bar{1}.1\}$, welche $2^0\,41'$ erfordert u. s. w.

Genau dasselbe gilt für $\{\mathbf{14.\bar{1}.1}\}$, welche an vielen Krystallen auftritt, ohne dass es wieder möglich ist, eine Entscheidung zu treffen, da die Unterschiede für $\{13.\bar{1}.1\}$, $\{14.\bar{1}.1\}$ und $\{15.\bar{1}.1\}$ nur sehr klein sind, nämlich:

$$\begin{aligned}(13.\bar{1}.1):(100) &= 3^0\,31{,}5'\\ (14.\bar{1}.1):(100) &\ 3\ \ 16{,}5\\ (15.\bar{1}.1):(100) &\ 3\ \ \ 3{,}5\end{aligned}$$

Die Differenz zwischen diesen Formen ist zwar bedeutend grösser als bei den oben genannten, doch auch wieder zu klein, um auf Grund der verhältnissmässig schlechten Messungen das Symbol zu bestimmen. Im Allgemeinen steht die Sache so, dass, wenn wir die Fläche von $\{100\}$ als Ausgangspunkt annehmen, wir eine andere Form bekommen, als wenn wir

diejenige von $\{1\bar{1}1\}$ zum Ausgangspunkte nehmen, weil diese Formen schon für sich gewöhnlich $0^{0}\,7'$ bis $0^{0}\,8'$ Differenz ergeben.

Die Form $\{\mathbf{12.1.1}\}$, $\{\mathbf{11.2.\overline{13}.12}\}$, $\frac{3}{4}\mathbf{R}\frac{13}{9}$ ist schon viel leichter zu bestimmen. Sie ist fast absolut ohne Zweifel. Viele Krystalle geben Werthe, welche für diese Form ganz gut passen; z. B. Nr. 28, 35, 47, 48 und viele andere. Nr. 47 giebt z. B.

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(12.\bar{1}.1):(100) =$	$3^{0}\,53'$	$3^{0}\,49'$	$0^{0}\,4'$

Nr. 28 giebt

$(12.\bar{1}.1):(100) =$	$3^{0}\,46'$	$3^{0}\,49'$	$0^{0}\,3'$

Die beiden Flächen von $\{100\}$ sind an beiden Krystallen ganz gut ausgebildet, so dass wir sie als Ausgangspunkt nehmen können.

Diese Form ist als erste sichere unter jenen zu bezeichnen, welche in der Zone $[100, 1\bar{1}1]$ am nächsten zu $\{100\}$ gelegen sind. Die ihr nahestehenden Formen $\{13.\bar{1}.1\}$ und $\{11.\bar{1}.1\}$ geben:

	Berechnet:	Diff.:
$(13.\bar{1}.1):(100) =$	$3^{0}\,31'$	
		$0^{0}\,18'$
$(12.\bar{1}.1):(100)$	$3\;\;49$	
		$0\;\;20{,}9$
$(11.\bar{1}.1):(100)$	$4\;\;\;9{,}9$	

Hier bildet $(12.\bar{1}.1)$ mit $(13.\bar{1}.1)$ einen Winkel von $0^{0}\,18'$ und mit $(11.\bar{1}.1)$ einen von $0^{0}\,20'$. Also ist es schon möglich, dass die Flächen, welche bei den verschiedenen Wiederholungsmessungen dieselben Resultate und gute Reflexbilder geben, sicher unterschieden werden können.

Mit noch grösserer Sicherheit lässt sich die Form $\{\mathbf{10.\bar{1}.1}\}$, $\{\mathbf{9.2.\overline{11}.10}\}$, $\frac{7}{10}\mathbf{R}\frac{11}{7}$ constatiren, welche an sehr vielen Krystallen auftritt. Sie wurde an Nr. 12, 39, 44, 45, 47, 53, 73 und einigen anderen gemessen. Die Flächen sind immer untergeordnet, doch geben einige Krystalle, wie z. B. Nr. 12, 39, 47, 53, sehr gut stimmende Werthe.

Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{\mathbf{9.\bar{1}.1}\}$ ist nicht mit Sicherheit festgestellt. Vielleicht gehören zu dieser Form Flächen an Nr. 12, 45, 73. Sie sind aber nur ganz approximativ messbar, so dass die Messungen keine sicheren Resultate geben können.

Die Form $\{\mathbf{8.\bar{1}.1}\}$, $\{\mathbf{7.2.\bar{9}.8}\}$, $\frac{5}{8}\mathbf{R}\frac{9}{5}$ fand sich an einigen Krystallen, z. B. Nr. 35, 44, 47; ihre Bestimmung ist schon viel leichter, da sie mit den anliegenden Formen bedeutend grössere Winkel bildet als die vorigen Formen.

Für Turmalin ist sie neu.

Die Form $\{\mathbf{11.\bar{2}.2}\}$, $\{\mathbf{9.4.\overline{13}.11}\}$, $\frac{5}{11}\mathbf{R}\frac{13}{5}$ wurde an vielen Krystallen beobachtet, z. B. an Nr. 8, 22, 24, 30, 37, 39 u. s. w. Einige Krystalle geben sehr genaue Werthe, z. B. Nr. 22:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(11.\bar{2}.2):(100)$ =	$8^0\ 8'$	$8^0\ 8,6'$	$0^0\ 0,6'$
$(11.\bar{2}.2):(1\bar{1}1)$	30 34	30 33,4	0 0,6

Die Form ist darnach ohne Zweifel, sie ist an allen Krystallen nur mit ganz schmalen Flächen, aber doch ganz deutlich ausgebildet.

Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{5\bar{1}1\}$, $\{42\bar{6}5\}$, $\frac{2}{5}$**R3** findet sich ebenfalls an vielen Krystallen und wurde an den Nr. 20, 24, 39, 51, 73 gemessen. Die Flächen sind im Allgemeinen sehr schmal ausgebildet, geben aber ganz befriedigende, genaue Messungen. So haben wir für zwei Flächen an Nr. 24:

	Beobachtet:		Berechnet:
$(5\bar{1}1 : (100)$ =	$9^0\ 3'$	$9^0\ 5'$	$9^0\ 6,2'$

Auch als Flächen der Streifung von $\{100\}$ treten die Flächen von $\{5\bar{1}1\}$ sehr oft und an vielen Krystallen auf.

Es besteht also kein Zweifel, dass diese Form wirklich existirt. Sie ist für Turmalin neu.

Die folgende Form $\{4\bar{1}1\}$, $\{32\bar{5}4\}$, $\frac{1}{4}$**R5** ist eine der gewöhnlichsten beim Turmalin von Ceylon. Ich habe sie wenigstens an $\frac{1}{4}$ von allen Krystallen gefunden. Sie zeigt einige ganz sonderbare Eigenschaften in ihrer Ausbildung.

Obgleich sie so häufig ist, ist sie doch nie gut ausgebildet, ihre Flächen sind immer ganz schmal und an sehr vielen Krystallen gerundet, so dass die Fläche in der Richtung der Zone $[100, 1\bar{1}1]$ als Theil von einem Cylinder erscheint. Es entsteht dadurch bei der Messung meistens ein ziemlich breites Reflexbild, welches aber ganz gut einstellbar ist und zeigt, dass wir hier eine Fläche von $\{4\bar{1}1\}$ vor uns haben.

Nur einige Krystalle zeigen (Nr. 19 [Fig. 13, Taf. IX] z. B.) ziemlich gut ausgebildete Flächen, welche sehr genaue Resultate ergeben.

Ausserdem sind die Flächen dieser Form öfters matt.

Die Form $\{\bar{7}2\bar{2}\}$, $\{\bar{5}\bar{4}9\bar{7}\}$, $\frac{1}{7}$**R9** wurde nur an einem Krystalle, Nr. 45, aufgefunden. Sie ist ziemlich gut ausgebildet und stumpft die Combinationskante $(100):(\bar{2}11)$ ab.

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{7}2\bar{2}):(\bar{1}00)$ =	$13^0\ 9'$	$12^0\ 53,6'$	$0^0\ 15,4'$
$(\bar{7}2\bar{2}):(\bar{2}1\bar{1})$	8 37	8 56,2	0 19,2

Die gemessenen und berechneten Werthe stimmen weniger gut, doch sind die Differenzen nicht so grosse, um diese Form als fraglich zu bezeichnen; sie ist ausserdem die einfachste Form, welche mit diesem Werthe am besten stimmt. Die nächstliegenden Formen $\{31\bar{1}\}$ und $\{\bar{4}1\bar{1}\}$ geben zu grosse Differenzen, und besser stimmende Symbole, wie z. B. $\{\bar{1}\bar{7}.5.\bar{5}\}$,

sind zu complicirt. Die Form $\{\bar{7}2\bar{2}\}$ hat deshalb die grösste Wahrscheinkeit für sich.

Die ihr entsprechende Form $\{7\bar{2}2\}$ an dem antilogen Pole ist nur sehr fraglich an Nr. 29 ausgebildet. Hier findet man eine schlecht ausgebildete Fläche, welche giebt:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(7\bar{2}2):(100) =$	12° 37′	12° 53,6′	0° 16,6′
$(7\bar{2}2):(1\bar{1}1)$	26 3	25 48,4	0 14,6

Die Form ist demnach unsicher.

Die Form $\{3\bar{1}1\}$, $\{22\bar{4}3\}$, $\frac{4}{3}$**P2** ist sehr oft zu beobachten und insofern interessant, als sie meistens nur als Form von Wachsthumshügeln auf $\{2\bar{1}2\}$ auftritt. Dadurch sind natürlich die Messungen meist keine besonders guten, doch geben einige Krystalle ganz genaue Werthe, z. B. gab Nr. 47:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(3\bar{1}1):(1\bar{1}3) =$	30° 3′	29° 54,2′	0° 8,8′
$(3\bar{1}1):(10\bar{1})$	75 3	75 2,9	0 0,1

Eine Fläche an Nr. 23 ergab:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(3\bar{1}1):(2\bar{1}2) =$	14° 51′	14° 57,1′	0° 6,1′

Die anderen Flächen geben bedeutend grössere Differenzen. Interessant ist der Krystall Nr. 48, der eine sehr gross ausgebildete Fläche in der Zone [100, $1\bar{1}1$] besitzt, welche bei der Messung ergab:

	Beobachtet:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(3\bar{1}1):(100) =$	14° 37′—15° 2′	14° 49,5′	14° 57,1′	0° 7,6′

Die Fläche gehört also auch zu $\{3\bar{1}1\}$. Dieser Krystall ist der einzige, wo an dem antilogen Pole eine der Pyramiden zweiter Art gross ausgebildet ist.

Die anderen Krystalle geben bei den Messungen bedeutend grössere Differenzen, doch bleibt die Form $\{3\bar{1}1\}$ ohne Zweifel, weil die Messungen positive und negative Differenzen ergeben, die Form also zwischen diesen liegt.

Ferner ist die Form so einfach, dass selbst bei grösseren Differenzen kein Zweifel ist, dass die Flächen von $\{3\bar{1}1\}$ vorliegen, da ja auch, wie wir gesehen haben, einige Krystalle sehr genaue Messungen ergaben. Ueberdies ist zu beachten, dass in der Zone [100, $1\bar{1}1$] und [$2\bar{1}2$, $5\bar{1}\bar{1}$] überhaupt alle Flächen mit wenigen Ausnahmen ziemlich schlecht ausgebildet sind, entweder matt oder gestreift, oder irgendwie anders gestört.

Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{2\bar{1}1\}$, $\{12\bar{3}2\}$, — $\frac{1}{2}$**R3** gehört zu den gewöhnlichsten Formen beim Turmalin überhaupt. Sie wurde schon von den ersten Beob-

achtern gefunden und später an sehr vielen Vorkommen nachgewiesen. Sie ist an einigen Turmalinen sehr stark ausgebildet und die herrschende Form an dem antilogen Pole. Dies ist beispielsweise bei den Turmalinen von Lipowaja (Ural) der Fall, wo sie eine der vorherrschenden Formen an dem oberen Ende des Krystalles ist (an Krystallen in den Sammlungen von E. v. Romanowsky in St. Petersburg und von G. Seligmann in Coblenz). Noch stärker ist diese Form bisweilen an den Turmalinen von Brasilien ausgebildet, so dass sie an einigen Krystallen überhaupt die Hauptform des antilogen Poles ist (Sammlung von Herrn Seligmann, s. diese Zeitschr. **6**, 224). Auch für Turmaline von Pierrepont und andere ist diese Form typisch.

An den ceyloner Turmalinen ist sie ebenfalls eine der häufigsten, vielleicht an die 80 % haben diese Form; bisweilen ist sie sehr stark ausgebildet, doch niemals vorherrschend.

Interessant ist, dass diese Form sehr verschieden ausgebildete Flächen zeigt. Von Krystallen mit vollständig matten Flächen von $\{2\bar{1}1\}$ finden sich alle Uebergänge zu Krystallen mit bestens spiegelnden Flächen von $\{2\bar{1}1\}$. Manchmal sind die ganz matten Flächen von $\{2\bar{1}1\}$ so vollständig eben, dass sie, wenn sie mit Glasplättchen bedeckt werden, sehr genaue Messungen liefern.

Einige Krystalle zeigen besonders originell die Eigenschaft von $\{2\bar{1}1\}$ matt zu erscheinen. An Nr. 19 z. B., bei welchem alle anderen Flächen sehr gut spiegeln, sind alle sechs Flächen von $\{2\bar{1}1\}$ vollständig matt.

Ausserdem sind die Flächen von $\{2\bar{1}1\}$ bisweilen ganz uneben, gestreift und durch andere Erscheinungen gestört. Die Streifung geht entweder parallel $(100):(1\bar{1}1)$ oder viel seltener parallel $(3\bar{2}0):(2\bar{1}1)$.

Endlich sind die Flächen von $\{2\bar{1}1\}$ manchmal auch durch alternirende Wiederholung von Flächen $\{2\bar{1}1\}$ und $\{101\}$ aufgebaut.

Bisweilen, wenn drei rechte oder drei linke Flächen von $\{2\bar{1}1\}$ fehlen, erscheint der Krystall ganz tetartoëdrisch ausgebildet, wie das an einigen Krystallen sehr gut zu beobachten ist (z. B. an Nr. 31, Fig. 7, Taf. IX).

Diese Form ist eine der typischsten für den antilogen Pol im Vereine mit $\{3\bar{2}0\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$ und anderen.

Die ihr entsprechende Form $\{\mathbf{21\bar{1}}\}$, $\{\mathbf{\bar{1}\bar{2}3\bar{2}}\}$, $-\frac{1}{2}\mathbf{R3}$ ist sehr selten und kommt nur an einigen Krystallen vor; ihre Ausbildung ist keine besonders gute. Die beste, ziemlich stark entwickelte Fläche dieser Form hat Krystall Nr. 59 (Fig. 24, Taf. X).

Die Form $\{\mathbf{7\bar{4}4}\}$, $\{\mathbf{3.8.\bar{11}.7}\}$, $-\frac{5}{7}\mathbf{R}\frac{11}{5}$ wurde bei drei Krystallen, nämlich Nr. 28, 42 und 47 beobachtet.

An Nr. 42 findet sich eine grosse, aber minder gut ausgebildete, etwas verzerrte Fläche, welche sehr gute Messungen giebt.

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(7\bar{4}4):(1\bar{1}1)$ =	14° 6′	14° 6,1′	0° 0,1′
$(7\bar{4}4):(3\bar{2}2)$	3 33	3 30	0 2,6

Die Messungen bestätigen das Symbol $\{7\bar{4}4\}$.

An Nr. 47 findet sich ebenfalls eine Fläche, welche giebt.

	Beobachtet:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(7\bar{4}4):(100)$ =	24°15′—24°23′	24°19′	24°35,9′	0°16,9′
$(7\bar{4}4):(1\bar{1}1)$	14 12 —14 22	14 17	14 6,1	0 10,9

Die Resultate sind auch noch befriedigend.

Am genauesten messbar ist diese Form am Krystalle Nr. 28.

	Beobachtet:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(7\bar{4}4):(100)$ =	24°28′—24°37′	24°32,5′	24°35,9′	0°3,4′
$(7\bar{4}4):(1\bar{1}1)$	—	14 10	14 6,1	0 3,9

Die Form ist danach als sichergestellt zu betrachten.

Die Form $\{8\dot{5}5\}$, $\{3.10.\bar{13}.8\}$, $-\frac{7}{8}R\frac{13}{2}$ habe ich an einem einzigen Krystalle, Nr. 8, gefunden. Sie giebt ein ziemlich schlechtes Reflexbild, doch zeigen die Messungen nur Abweichungen bis zu 0° 19′, was keine grosse Ungenauigkeit bedingt, und da die Mittelwerthe sehr gut mit den berechneten stimmen, nehme ich diese Form als sicher an.

Die Form $\{322\}$, $\{14\bar{5}3\}$, $-R\frac{5}{3}$ ist an den Nrn. 22 (Fig. 3a, Taf. VIII), 42, 53 vorhanden. Ihre Ausbildung ist eine ziemlich schlechte, und dementsprechend sind auch die Messungen ziemlich ungenau.

	Beobachtet:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(3\bar{2}2):(100)$ =	27°24′—27°53′	27°40,6′	28° 6,3′	0°25,7′
$(3\bar{2}2):(1\bar{1}1)$	10 33 —11 8	10 46,6	10 35,7	0 10,9

Obgleich die Differenzen zu gross sind, nehme ich die Form doch als sicher an aus folgenden Gründen: die beste Messung am Krystalle Nr. 42 ergab:

	Beobachtet:	Berechnet:
$(3\bar{2}2):(1\bar{1}1)$ =	10°33′	10°35,7′

Dieser Krystall hat kein $\{100\}$, dadurch war es unmöglich $(3\bar{2}2):(100)$ zu messen.

Ferner ergaben zwei Flächen für $(3\bar{2}2):(100)$ die Werthe 27° 50′ und 27° 53′, welche dem wirklichen ziemlich nahe kommen, und schliesslich ist die Form so einfach, dass sie nur durch eine solche mit sehr complicirten Indices ersetzt werden könnte. Ueberdies ist sie auch schon früher als fragliche von Des Cloizeaux angegeben worden.

Die Form $\{10.\bar{7}.7\}$, $\{3.14.\bar{17}.10\}$, $-\frac{11}{10}R\frac{17}{11}$ fand sich an den Krystallen Nr. 22 und Nr. 68.

Krystall Nr. 22 hat nur eine sehr schmale und schlechte Fläche, Krystall Nr. 68 jedoch eine bedeutend bessere, welche ergab:

	Beobachtet:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(10.\bar{7}.7):(1\bar{1}1)$ =	9° 16′—9° 19,5′	9° 17,25′	9° 25′	0° 7,75′

Es ist natürlich bei einem so complicirten Symbole schwer zu behaupten, dass diese Form auch genau richtig ist, immerhin ist sie aber doch die einfachste, für welche die Messungen am besten passen.

Die Form $\{4\bar{3}3\}$, $\{16\bar{7}4\}$, $-\frac{5}{4}R\frac{7}{5}$ ist fraglich.

An Nr. 13 (Fig. 10, Taf. IX) findet man eine deutlich ausgebildete, aber schmale Fläche, welche die Kante $(1\bar{1}1):(2\bar{1}1)$ abstumpft und nur Schimmermessungen gestattet. Es wurde gemessen:

	Beobachtet:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(4\bar{3}3):(100)$ =	30° 39,5′—31° 52′	31° 15,7′	31° 0′	0° 15,7′

Die Grenzen, innerhalb deren die beobachteten Werthe von einander abweichen, sind zu gross, als dass diese Form als sicher bezeichnet werden könnte.

Die letzte, also am nächsten zu $\{1\bar{1}1\}$ liegende Form in diesem Theile der Zone ist die Form $\{5\bar{4}4\}$, $\{18\bar{9}5\}$, $-\frac{7}{5}R\frac{9}{7}$.

An Nr. 66 finden wir eine schmale, aber deutlich ausgebildete Fläche dieser Form. Sie giebt ganz genaue Messungen, so dass die Form absolut ohne Zweifel ist.

In derselben Zone, aber zwischen $\{1\bar{1}1\}$ und $\{0\bar{1}1\}$, liegen noch sehr viele Formen, welche der Reihe nach, beginnend mit den $\{1\bar{1}1\}$ am nächsten gelegenen Formen, beschrieben werden sollen.

Die erste hierher gehörige Form ist $\{\bar{15}.15.\bar{14}\}$, $\{\bar{1}.\bar{29}.30.\bar{14}\}$, $-2R\frac{15}{14}$, beobachtet an Nr. 27. Es wäre natürlich nicht leicht möglich ganz sicher anzugeben, ob hier diese Form vorliegt oder eine ihr nahestehende, nämlich $\{\bar{14}.14.\bar{13}\}$ oder $\{\bar{16}.16.\bar{15}\}$, welche mit der Form $\{\bar{15}.15.\bar{14}\}$ nur 0° 7′ bis 0° 8′ bilden. Da aber die Messungen, wenn wir als Ausgangspunkt hierfür die Fläche von $\{1\bar{1}1\}$ nehmen, so absolut mit den berechneten Winkeln übereinstimmen und fast gar keine Differenz ergeben:

	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(\bar{15}.15.\bar{14}):(\bar{1}1\bar{1})$ =	1° 56′—1° 58′	1° 57′	1° 56,5′	0° 0,5′

und da ferner die Reflexbilder von $\{\bar{1}1\bar{1}\}$ und $\{\bar{15}.15.\bar{14}\}$ sehr gute sind, so ist es möglich gewesen, diese Form als ziemlich sicher zu bezeichnen.

Sie wäre für Turmalin neu.

Die Form $\{6\bar{6}5\}$, $\{1.11.\bar{12}.5\}$, $-2R\frac{6}{5}$ steht schon im »Manuel de Minéralogie« von Des Cloizeaux. Er hat diese Form, nach seiner Bezeichnung $(d^{\frac{1}{5}}\, d^{\frac{1}{5}}\, d^{\frac{1}{6}})$, an einem Krystalle von Ceylon gefunden und gemessen

In seine Messungen und Berechnungen aber haben sich irgendwie Fehler eingeschlichen, da in Wirklichkeit nur ein Winkel $(6\bar{6}5):(1\bar{1}1)$ stimmt, die anderen aber nicht. Die Angaben scheinen durch Druckfehler entstellt zu sein, da auch berechnete Werthe 2° und mehr Differenz mit den richtigen Werthen aufweisen. Schon Jeroféjew[1]) hat darauf hingewiesen und eine Neuberechnung angestellt. Dass Des Cloizeaux diese Form wirklich beobachtet hat, beweist sein Hauptwinkel $(6\bar{6}5):(1\bar{1}1)$, welcher sehr gut stimmt.

Ich habe diese Form nur am Krystalle Nr. 47 beobachtet, wo sie sehr deutlich ausgebildet ist und ein gut messbares Reflexbild giebt; die gefundenen Werthe stimmen aber nicht besonders mit den berechneten Werthen überein. Trotzdem kann nur diese Form vorliegen, weil die nächstliegende $\{5\bar{5}4\}$ noch bedeutend grössere Differenzen giebt. Für die erstere haben wir:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(6\bar{6}5):(1\bar{1}0)$ =	45° 54′	46° 7,7′	0° 13,7′
$(6\bar{6}5):(2\bar{2}1)$	14 6,5′	14 9,6	0 3,1

Für die zweite Form:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(5\bar{5}4):(1\bar{1}0)$ =	45° 54′	44° 57,6′	0° 56,4′
$(5\bar{5}4):(2\bar{2}1)$	14 6,5	12 59,5	1 7

Im zweiten Falle sind die Differenzen so bedeutend grösser, dass absolut kein Zweifel in der richtigen Bestimmung der Form $\{6\bar{6}5\}$ bleibt.

Die Form **$\{3\bar{3}2\}$**, **$\{15\bar{6}2\}$**, **$-2R\frac{3}{2}$** ist an vielen Krystallen vorhanden, namentlich an Nr. 15, 22 (Fig. 3a, Taf. VIII), 33, 43 (Fig. 27, Taf. X), 47. Sie ist aber immer untergeordnet und ihre Flächen sind meist sehr schmal und schlecht ausgebildet.

Nur an zwei Krystallen fanden sich ganz gut ausgebildete Flächen dieser Form, nämlich eine vorzüglich reflectirende an Nr. 43 und drei Flächen an Nr. 47. Diese letzteren aber geben bei den Messungen sehr grosse Differenzen. Ganz unverständlich giebt eine Fläche die Differenz:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(3\bar{3}2):(1\bar{1}0)$ =	38° 47′	39° 45,5′	0° 58,5′

Die Fläche ist sehr gut ausgebildet und giebt ein tadelloses Reflexbild. Die Differenz hängt wahrscheinlich mit einer Vicinalbildung auf der Fläche zusammen.

Wenn wir auf Grund dieser Differenz eine neue Form suchen wollten, so würden wir sehr complicirte Indices erhalten, was kaum wahrscheinlich sein wird.

Die Messungen im Allgemeinen schwanken, wie aus der Winkeltabelle ersichtlich, in weiten Grenzen. Da aber Nr. 22, 33 und eine Fläche an

1) Jeroféjew l. c. S. 115—117.

Nr. 47 gut stimmende Werthe geben, und da die einzelnen Messungen Werthe liefern, welche nach beiden Seiten hin schwanken, so ist diese Form absolut ohne Zweifel.

Sie ist für Turmalin neu.

Die folgende Form, nämlich $\{\mathbf{2\bar{2}1}\}$, $\{\mathbf{13\bar{4}1}\}$, $-\mathbf{2R2}$, gehört zu den sehr oft vorkommenden Formen beim Turmalin. Sie wurde schon von G. Rose gefunden und ist für eine Anzahl Turmalinvorkommen bekannt geworden.

An den ceyloner Krystallen ist sie so häufig, dass sie zu den herrschenden gezählt werden muss. Sie erscheint, bisweilen in sehr guter Ausbildung, an den Krystallen Nr. 19 (Fig. 13, Taf. IX), 22 (Fig. 3a, Taf. VIII), 27, 31, 33, 42, 43 (Fig. 27, Taf. X), 46, 47, 67, 76.

Besonders gut ausgebildete Flächen dieser Form zeigen Nr. 22 und 67.

Nr. 22 besitzt drei Flächen derselben Form, von denen eine sehr gross ausgebildet, von tadelloser Flächenbeschaffenheit ist und natürlich prachtvolle Reflexe liefert. Die beiden anderen sind sehr klein, und eine von ihnen ist ganz matt.

Krystall Nr. 76 hat zwei grosse und ebenfalls tadellos ausgebildete Flächen, welche zu den herrschenden an dem Krystalle gehören. Die anderen Krystalle haben nicht ganz so schön ausgebildete Flächen dieser Form, doch sind sie immer noch als gute zu bezeichnen.

Diese Form ist als eine der gewöhnlichsten für den ceyloner Turmalin bezeichnet worden.

Die Form $\{\mathbf{331}\}$, $\{\mathbf{2\bar{4}61}\}$, $-\mathbf{2R3}$ ist auch keine besonders seltene für Turmalin. Ich habe sie an vielen Krystallen, z. B. an Nr. 19, 22 (Fig. 3a, Taf. VIII), 32, 33, 43 (Fig. 27, Taf. X), 47 und noch einigen anderen bemerkt. An einigen Krystallen, wie Nr. 22, 43, ist sie ganz gut ausgebildet; die Flächen sind ziemlich gross und geben gute Reflexbilder. Im Allgemeinen aber ist die Form immer nur schwach ausgebildet.

Die entsprechende Form $\{\mathbf{\bar{3}3\bar{1}}\}$, $\{\mathbf{\bar{2}\bar{4}6\bar{1}}\}$, $-\mathbf{2R3}$ fand sich ganz gut ausgebildet am Krystalle Nr. 22 (Fig. 3b, Taf. VIII); die Fläche giebt zwar ein gutes Reflexbild, doch stimmen die erhaltenen Werthe nicht sehr scharf mit den berechneten überein.

Die Form $\{\mathbf{13.\bar{13}.4}\}$, $\{\mathbf{9.17.26.4}\}$, $-\mathbf{2R}^{1}_{4}{}^{3}$ habe ich an drei Krystallen, Nr. 15, 22 (Fig. 3a, Taf. VIII), 27 gefunden. An den beiden ersten ist diese Form nur schlecht ausgebildet, der dritte aber hat zwei Flächen dieser Form, von denen eine so gut ausgebildet ist, dass die Form ohne Zweifel bleibt. Sie giebt:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(13.\bar{13}.4):(1\bar{1}0) =$	$20^0\,58'$	$21^0\,0{,}6'$	$0^0\,2{,}6'$

Wenn wir für diese Fläche das Symbol $\{10.\bar{1}\bar{0}.3\}$ annehmen, welches viel einfacher ist, dann bekommen wir:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(10.\bar{1}\bar{0}.3):(1\bar{1}0) =$	20° 58′	20° 31,7′	0° 26,3′

Die Differenz ist aber zu gross, um diese Form, obgleich sie bedeutend einfacher ist, einzuführen.

Die zweite Fläche, welche etwas schlechter ist, an Nr. 22, giebt:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(13.\bar{1}\bar{3}.4):(1\bar{1}0) =$	20° 59′	21° 0,6′	0° 1,6′

Auch dieser Werth führt ohne Zweifel auf $\{13.\bar{1}\bar{3}.4\}$.

Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{9\bar{9}2\}$, $\{7.11.\bar{1}\bar{8}.2\}$, $-2R\frac{9}{2}$ fand sich an Nr. 33. Die Messungen geben einen Werth, welcher nicht ganz befriedigend mit dem berechneten übereinstimmt, nämlich:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(9\bar{9}2):(1\bar{1}0) =$	15° 5′	15° 30′	0° 25′

Eine mit den Messungen besser stimmende Form führt auf ein zu complicirtes Symbol. Die Fläche giebt ein gutes Reflexbild. Wahrscheinlich liegt eine Vicinalfläche von $\{9\bar{9}2\}$ vor. Die Form ist der grossen Differenz wegen als fraglich bezeichnet worden.

Die Form $\{6\bar{6}1\}$, $\{5.7.\bar{1}\bar{2}.1\}$, $-2R6$ wurde an Nr. 22 (Fig. 3a, Taf. VIII) bemerkt. Die Fläche ist nur ganz schmal ausgebildet, doch giebt sie ein messbares Reflexbild und Werthe, welche mit den berechneten sehr gut übereinstimmen; nämlich:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(6\bar{6}1):(1\bar{1}0) =$	11° 47′	11° 45,1′	0° 1,9′
$(6\bar{6}1):(1\bar{1}1)$	39 24	39 32,9	0 8,9

Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form $\{7\bar{7}1\}$, $\{6.8.\bar{1}\bar{4}.1\}$, $-2R7$ fand sich an Nr. 4, sie ist jedoch nur schlecht ausgebildet, und die Messungen geben sehr ungenaue Werthe. Die Differenz ist indessen keine besonders grosse, und da wir bei Wiederholung der Messungen Werthe erhalten, welche stets in der Nähe des richtigen Werthes und zu beiden Seiten desselben liegen, so erscheint mir diese Form, welche zugleich die einfachste ist, als die wahrscheinlichste. Diese Form ist die letzte, welche ich in dieser Zone beobachtet habe.

Die Form ist für Turmalin neu.

Zone $[1\bar{1}1, 3\bar{1}\bar{1}] = [121]$.

In dieser Zone liegen, ausser den gewöhnlichen Formen $\{1\bar{1}1\}$, $\{2\bar{1}0\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{10\bar{1}\}$, noch einige Formen, welche als sehr seltene bezeichnet

werden müssen. Einige derselben waren schon früher bekannt geworden, nämlich $\{9\bar{7}5\}$ und $\{3\bar{2}1\}$ durch Des Cloizeaux und $\{42\bar{1}\}$ durch D'Achiardi, die anderen sind neu.

An den ceyloner Turmalinen habe ich alle diese Formen nur an einzelnen Krystallen gefunden; einige derselben, wie z. B. $\{3\bar{2}1\}$, sind sehr stark und gross ausgebildet.

In der Tabelle wurde die Zone in zwei Theile getheilt, nämlich in einen Theil $[1\bar{1}1, 3\bar{1}1]$ und einen anderen $[3\bar{1}\bar{1}, 110]$, um immer im rechten Theile des Sextanten zu bleiben. Im ersten Theile sind drei Formen vorhanden.

Die Form $\{9\bar{7}5\}$, $\{4.12.\overline{16}.7\}$, $-\frac{8}{7}R2$ fand sich mit nur einer Fläche an Nr. 22 (Fig. 3a, Taf. VIII).

Schon Des Cloizeaux hat an einem Krystalle von Ceylon diese Form beobachtet. In seinen Berechnungen ist aber ein Fehler untergelaufen, indem diese Form das Zeichen $\{5\bar{4}3\}$ bekommen hat (nach seiner Bezeichnung $d^{\frac{1}{3}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{4}}$). Unter diesem Symbole ist diese Form bis zum Jahre 1871 gegangen, wo M. Jeroféjew in seiner Arbeit gezeigt hat, dass bei Des Cloizeaux ein Irrthum vorliegen muss, da die angenommene Form $\{5\bar{4}3\}$ ganz andere Werthe erfordert als jene sind, welche Des Cloizeaux bei seinen Messungen bekommen hat. Jeroféjew hat daher diese Fläche auf die Form $\{9\bar{7}5\}$ bezogen und in seine Tabelle aufgenommen. Aber auch für diese stimmen die gemessenen Werthe von Des Cloizeaux mit den berechneten für $\{9\bar{7}5\}$ nur schlecht überein, es ist nämlich:

	Beobachtet von Des Cloizeaux:	Berechnet von Jeroféjew[1]:	Berechnet von Worobieff:	Diff.:
$(95\bar{7}):(11\bar{1})$ =	10° 25′	10° 6′	10° 7′	0° 18,5′
$(95\bar{7}):(31\bar{2})$	8 0	7 12,5	7 14,5	0 47,5
$(95\bar{7}):(100)$	31 0	32 52	32 53	1 52

Der Unterschied im Winkel $(95\bar{7}):(100)$ mit 1° 52′ ist so gross, dass man füglich auf diese Messungen keine Form aufstellen kann. Vielleicht hat Des Cloizeaux nur sehr schlecht ausgebildete Flächen gehabt und nur approximative Werthe gegeben, was schon aus einzelnen Werthen, wie 8° und 31° hervorzugehen scheint, welche ganz bestimmt nur approximative Messungen sind, während der Werth 10° 25′ schon ziemlich gut mit dem berechneten stimmt, so dass anzunehmen ist, dass Des Cloizeaux wirklich $\{95\bar{7}\}$ beobachtet hat.

Ich habe nun am Krystalle Nr. 22 eine ziemlich gut ausgebildete Fläche beobachtet, welche ohne Zweifel der Form $\{9\bar{7}5\}$ angehört. Die Messungen dieser Fläche zu den ihr naheliegenden $\{1\bar{1}1\}$ und $\{3\bar{2}1\}$ haben ergeben:

1) In seiner Berechnung nimmt er das Axenverhältniss zu 1 : 0,448051.

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(9\bar{7}5):(3\bar{2}1)$ =	7° 14′	7° 14,5′	0° 0,5′
$(9\bar{7}5):(1\bar{1}1)$	10 11,5	10 7	0 4,5

Die Form wurde an keinem anderen Krystalle mehr beobachtet.

Die Form $\{3\bar{2}1\}$, $\{23\bar{5}2\}$, $-\frac{1}{2}R5$ kommt nur am Krystalle Nr. 22 (Fig. 3a, Taf. VIII) vor. Sie wurde von Des Cloizeaux an einem Krystalle von Ceylon gefunden, wahrscheinlich von demselben Vorkommen, von welchem die Turmaline von Dr. Grünling herstammen, seitdem aber nicht mehr beobachtet. Die Form liegt in den Zonen $[2\bar{1}0, 111]$, $[100, 2\bar{2}1]$, $[1\bar{1}0, 2\bar{1}1]$ und $[4\bar{1}\bar{1}, 11\bar{2}]$.

Der Krystall hat zwei Flächen dieser Form, von welchen eine sehr gut, die andere nur sehr schwach ausgebildet ist. Die erste giebt sehr genaue Messungen, die zweite minder gute.

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(31\bar{2}):(20\bar{1})$ =	14° 24′	14° 39,5′	0° 15,5′
$(31\bar{2}):(11\bar{1})$	17 40,5	17 21,4	0 19

Sie ist daher ohne Zweifel richtig.

Es soll noch erwähnt werden, dass S. Glinka einen Turmalinkrystall von Nertschinsk beschreibt, bei welchem $\{3\bar{2}1\}$ Zwillingsebene ist.

Eine Fläche von $\{731\}$, $\{8.2.\overline{10}.3\}$, $2R\frac{5}{3}$ habe ich an Nr. 33 gefunden. Dieselbe ist ziemlich schlecht ausgebildet, da die Oberfläche ganz zersetzt ist, doch giebt sie ein einstellbares Reflexbild und die Form kann trotz ziemlich grosser Differenz als sicher angesehen werden.

In derselben Zone, aber zwischen $[3\bar{1}\bar{1}]$ und $[1\bar{1}0]$, finden wir ebenfalls einige Formen; die am nächsten zu $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ liegende ist $\{732\}$, $\{9.1.10.2\}$, $4R\frac{5}{4}$. Sie ist an Nr. 30 sehr schwach ausgebildet, aber noch messbar. Die Messungen ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(73\bar{2}):(1\bar{1}0)$ =	32° 59′	32° 44,5′	0° 14,5′
$(73\bar{2}):(3\bar{1}\bar{1})$	5 33	5 52,5	0 19,5

Obgleich die Differenzen bedeutend sind, ist das Symbol so einfach, dass wir diese Form als sicher bezeichnen können.

Die Form $\{4\bar{2}1\}$, $\{51\bar{6}1\}$, $4R\frac{3}{2}$ kommt am Krystalle Nr. 22 (Fig. 3a, Taf. VIII) mit einer einzigen, aber gut ausgebildeten Fläche vor. Die Messungen haben ganz genaue Werthe gegeben.

Diese Form hat früher schon G. d'Achiardi[1]) am Turmalin von Elba bemerkt, doch konnte er sie nicht durch Messungen bestimmen, weil sie

1) l. c. SS. 49, 64, 66, 70.

immer matt gewesen war[1]). Da viele seiner Krystalle diese Form zeigen, so scheint sie für die Elbaner Turmaline keine besonders seltene zu sein.

Die Form liegt in vielen Zonen, nämlich $[3\bar{1}\bar{1}, 1\bar{1}0]$, $[2\bar{1}0, 2\bar{1}\bar{1}]$, $[3\bar{2}0, 5\bar{2}\bar{2}]$.

Sie wurde an keinem anderen Krystalle mehr bemerkt.

Die Form **$\{5\bar{3}\bar{1}\}$**, **$\{6281\}$**, **4R2** ist nur am Krystalle Nr. 22 (Fig. 3a, Taf. VIII) vorhanden mit einer einzigen, aber sehr gut ausgebildeten Fläche, deren Zugehörigkeit zu $\{5\bar{3}\bar{1}\}$ genau festgestellt werden konnte.

Die Form ist überhaupt für Turmalin neu. Sie liegt in den Zonen $[3\bar{1}\bar{1}, 1\bar{1}0]$, $[3\bar{2}0, 2\bar{1}\bar{1}]$, $[7\bar{3}\bar{3}, 2\bar{3}2]$.

Zone $[1\bar{1}1, 211] = [231]$.

Diese Zone ist für Turmalin von geringer Wichtigkeit. Ich habe zwar an einer Anzahl Krystalle, ausser den gewöhnlichen Formen $\{1\bar{1}1\}$, $\{3\bar{2}0\}$, $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, viele Flächen derselben beobachtet, welche aber meistens unmessbar waren. Besonders häufig sind Flächen, welche die Kanten $(1\bar{1}1):(3\bar{2}0)$ abstumpfen, sie sind aber so schmal und geben immer so schlechte Reflexe, dass es recht schwierig ist, sie zu bestimmen. Auch Abstumpfungen der Kanten $(3\bar{2}0):(2\bar{1}\bar{1})$ kommen öfters vor; diese Flächen sind aber noch schlechter ausgebildet. Diese Erscheinungen sind sehr gewöhnlich, nicht nur bei den ceyloner Turmalinen, sondern auch bei anderen. Ich habe dieselben auch an einigen russischen von Lipowaja beobachtet. Die Flächen sind aber auch hier sehr schmal und fast unmessbar.

Die Form **$\{9\bar{8}6\}$**, **$\{3.14.\overline{17}.7\}$**, $-\frac{11}{7}\mathbf{R}\frac{17}{11}$ fand sich an zwei Krystallen Nr. 24 und 52 mit je einer Fläche. Die Flächen sind sehr schmal ausgebildet, doch geben sie sehr gut messbare Reflexbilder und gut stimmende Winkelwerthe. An Nr. 24 ist die bessere Fläche. Die beiden Flächen wurden mit gewöhnlichem Ocular und mit verkleinerndem Ocular gemessen.

Im Allgemeinen bekommen wir, wie man aus der Tabelle sieht, sehr kleine Differenzen. Die nächst gelegene Form, auf welche man diese Flächen noch beziehen könnte, wäre $\{19.\overline{17}.13\}$, $\{2.10.\overline{12}.5\}$. Sie giebt aber bedeutend grössere Differenzen, nämlich:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(19.\overline{17}.13):(2\bar{1}\bar{1})$ =	61° 12,2′	61° 35,8′	0° 23,6′
$(19.\overline{17}.13):(3\bar{2}0)$	28 12,5	28 44,4	0 31,9
$(19.\overline{17}.13):(1\bar{1}1)$	7 49,7	7 15,1	0 34,6

1) »La scalenoedro indicato con il simbolo $\{4\bar{1}\bar{2}\}$ è pur nuovo per la specie, ma non essendo stato determinato in nessun crystallo con esatte misure, ma solo approssimativamente, non si puo con certezza assicurare la sua presenza.«

Ausserdem ist ihr Symbol viel complicirter als $\{9\bar{8}6\}$, so dass zweifellos diese letztere vorliegt.

Die Form $\{7\bar{6}4\}$, $\{3.10.\overline{13}.5\}$, $-\frac{7}{5}R^{13}_{7}$ wurde an drei Krystallen bemerkt, nämlich an Nr. 14, 15, 34 (Fig. 28, Taf. X). An den beiden ersten Krystallen sind die einzigen Flächen dieser Form nur schlecht ausgebildet und die Messungen ungenau. Da aber jede Fläche zwei Mal gemessen werden konnte und die einzelnen Werthe keine grossen Schwankungen ergaben, war es immerhin möglich, diese Form sicher zu stellen.

An Nr. 34 ist die Fläche zwar schmal, aber ganz gut messbar; sie ergab:

	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(7\bar{6}4):(1\bar{1}1)$ =	10° 28′ —10° 40,5′	10° 34,25′	10° 37,4′	0° 3,15′
$(7\bar{6}4):(3\bar{2}0)$	25 19,5—25 35	25 27,25	25 22,1	0 5,15

Wie ersichtlich, ist die Form hiernach ausser Zweifel.

Die Form $\{13.\overline{11}.7\}$, $\{26\bar{8}3\}$, $-\frac{4}{3}R2$ war an zwei Krystallen Nr. 15 und 34 (Fig. 28, Taf. X) mit je einer Fläche vorhanden. Sie sind ziemlich gut ausgebildet und geben ziemlich genaue Messungswerthe, welche die richtige Bestimmung der Form erlauben. Wie aus der Winkeltabelle zu ersehen, giebt eine Fläche Werthe, welche etwas grösser sind, als die wirklichen, die andere etwas kleinere, die Mittelwerthe aber stimmen sehr genau mit den berechneten überein.

Die Form $\{6\bar{5}3\}$, $\{3.8.\overline{11}.4\}$, $-\frac{5}{4}R^{11}_{5}$ ist nur an einem einzigen Krystalle Nr. 66 mit einer Fläche ausgebildet und giebt schlechte Messungen, nämlich:

	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(6\bar{5}3):(2\bar{1}1)$ =	55° 0′—55° 24′—55° 45′	55° 23′	55° 53′	0° 30′
$(6\bar{5}3):(3\bar{2}0)$	22 13—22 35—22 55	22 34,3	23 1,5	0 27,2
$(6\bar{5}3):(1\bar{1}1)$	13 5—13 25—13 50,5	13 26,8	12 57,9	0 28,9

Die Differenzen sind zu gross, um diese Form als sicher bezeichnen zu können; immerhin ist sie die wahrscheinlichste, da sie auch die einfachste ist.

Die Form $\{5\bar{4}2\}$, $\{12\bar{3}1\}$, $-R3$ wurde an einigen Krystallen, Nr. 15, 22 (Fig. 3a, Taf. VIII), 39 beobachtet. Nr. 15 hat eine ziemlich gut, aber schmal ausgebildete Fläche, welche bei der Messung ergab:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(5\bar{4}2):(1\bar{1}1)$ =	16° 42,5′	16° 35,6′	0° 6,9′
$(5\bar{4}2):(3\bar{2}0)$	19 19	19 23,9	0 4,9

Es liegt hier also ohne Zweifel diese Form vor.

Nr. 22 zeigt eine ziemlich grosse, aber vollständig matte Fläche, welche bei der Messung absolut keine Reflexe giebt. Durch die Justirung der

Zonen [111, 320] und [100, 221] bemerkt man aber, da die Kanten der Fläche mit den nebenliegenden Flächen lang genug sind, dass diese Fläche in diesen beiden Zonen liegt, also {5$\bar{4}$2} ist.

Nr. 39 hat ebenfalls eine gut ausgebildete, aber kleine Fläche, welche bei der Messung ergab:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
(5$\bar{4}$2) : (3$\bar{2}$0) =	19° 16′	19° 23,9′	0° 7,9′

Diese Form kann demnach jetzt als festgestellt angenommen werden. Sie wurde schon früher von Des Cloizeaux[1]) als fraglich für den Turmalin von Sainte Colombe, Vallée d'Ossau, Dept. Basses-Pyrénées, angegeben, da die Krystalle keine genauen Messungen erlaubten.

Die Form **{431}**, **{34$\bar{7}$2}**, **$-\frac{1}{2}$R7** habe ich an Nr. 66 bemerkt. Obwohl sie nur sehr klein ausgebildet ist, weichen die einzelnen Messungen sehr wenig von einander ab. Die besten Messungen ergaben:

	Grenzen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(4$\bar{3}$1) : (2$\bar{1}\bar{1}$) =	45° 56′ —46° 5′	46° 0,5′	45° 56,5′	0° 4′
(4$\bar{3}$1) : (1$\bar{1}$1)	22 54,5—22 55	22 54,75	22 54,4	0 0,35
(4$\bar{3}$1) : (3$\bar{2}$0)	13 9 —13 15	13 12	13 5	0 7

Diese Form kann demnach als sicher bezeichnet werden.

Ich habe sie sonst an keinem anderen ceyloner Krystalle bemerkt, wohl aber ist sie an einem Krystalle von Dekalb vorhanden (Fig. 73, Taf. XIII) und sehr gut ausgebildet (Sammlung des Herrn Seligmann).

Die Form **{11.8.2}**, **{9.10.19.5}**, **$-\frac{1}{5}$R19** fand sich in minder guter Ausbildung an zwei Krystallen, Nr. 14 und 30. Nr. 14 giebt nur approximative Messungen, Nr. 30 liefert jedoch ein Reflexbild, welches gut einstellbar ist und ziemlich gute Messungen zulässt. Die Werthe stimmen mit den berechneten ziemlich gut. Wir haben nämlich:

	14.	30.	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(11.$\bar{8}$.2) : (3$\bar{2}$0) =	10° 1,5′	9° 28′	9° 44,75′	9° 50,4′	0° 5,6′
(11.$\bar{8}$.2) : (1$\bar{1}$1)	25 54,5	26 41,5	26 18	26 9,2	0 8,8

Trotzdem bleibt die Form fraglich.

Die Form **{751}**, **{2241}**, **4P2** wurde an drei Krystallen bemerkt, nämlich Nr. 2, 4, 52; ihre Ausbildung ist keine gute.

Nr. 2 zeigt eine Fläche, welche nur ganz grobe approximative Messungen erlaubt. Wir bekommen hier:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
(7$\bar{5}$1) : (1$\bar{1}$1) =	27° 35′	28° 6,9′	0° 31,9′
(7$\bar{5}$1) : (3$\bar{2}$0)	8 26,5	7 52,6	0 30,4

Noch schlechtere Messungen bekommen wir bei der Messung der Fläche an Nr. 4, nämlich:

1) Diese Zeitschr. 6, 227; auch Minér. de la France p. A. Lacroix, 105—107.

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(7\bar{5}1):(1\bar{1}1)$ =	29° 53′	28° 6,9′	0° 46′
$(7\bar{5}1):(3\bar{2}0)$	6 9	7 52,6	0 43,6

Die Messungen an Nr. 2 und Nr. 4 zeigen natürlich nur, dass eine Form vorliegt, welche $\{7\bar{5}1\}$ sein kann oder aber eine ihr nahe gelegene.

Eine etwas bessere Fläche, welche auch ein besseres Reflexbild giebt, finden wir an Nr. 52. Hier bekommen wir:

	Gemessen:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(7\bar{5}1):(2\bar{1}\bar{1})$ =	40° 0′—40° 17,5′	40° 8,75′	40° 44′	0° 35,25′
$(7\bar{5}1):(1\bar{1}1)$	28 53 —28 56	28 54,5	28 6,9	0 47,6
$(7\bar{5}1):(3\bar{2}0)$	6 55 — 7 11	7 3	7 52,6	0 49,6

Alle diese Werthe erlauben nur die Form $\{7\bar{5}1\}$ als sehr fraglich zu halten. Ich gebe sie aber deshalb, weil die Form ohne Zweifel sehr interessant wäre.

In derselben Zone, aber zwischen $\{3\bar{2}0\}$ und $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, liegen weitere zwei Formen. Die erste von ihnen ist

$\{13.\bar{8}.\bar{2}\}$, $\{52\bar{7}1\}$, $3R\frac{7}{3}$, welche an Nr. 2 ziemlich deutlich ausgebildet ist. Die Fläche giebt aber nur ein schlechtes Reflexbild und ungenaue Messungen.

Wir haben:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(13.\bar{8}.\bar{2}):(3\bar{2}0)$ =	9° 59′	9° 33,6′	0° 25,4′
$(13.\bar{8}.\bar{2}):(2\bar{1}\bar{1})$	22 49	23 17,9	0 28,9

Die Differenzen sind zwar sehr gross und das Symbol etwas complicirt, immerhin ist es doch das einfachste, welches sich auffinden lässt, dazu liegt die Form in den Zonen $[2\bar{1}\bar{1}, 3\bar{2}0]$ und $[5\bar{2}\bar{2}, 4\bar{3}0]$, so dass man diese Form wohl als sicher bezeichnen kann.

Die zweite Form, welche an demselben Krystalle sich findet, ist **$\{12.\bar{7}.\bar{3}\}$, $\{15.4.\bar{19}.2\}$, $\frac{11}{2}R\frac{19}{11}$**. Sie ist besser ausgebildet und die Messungen haben sehr genaue Werthe gegeben, nämlich:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(12.\bar{7}.\bar{3}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	16° 54′	16° 54,5′	0° 0,5′
$(12.\bar{7}.\bar{3}):(3\bar{2}0)$	16 0,5	15 57	0 3,5
$(12.\bar{7}.\bar{3}):(1\bar{1}1)$	51 56,5	51 56,4	0 0,1

Auch diese Form muss, trotzdem ihr Symbol etwas complicirt ist, als sicher angesehen werden.

Zone $[2\bar{1}\bar{1}, 2\bar{1}0] = [120]$.

In der Zone $[2\bar{1}\bar{1}, 2\bar{1}0]$ finden wir, ausser den beschriebenen Formen, nur ganz wenige. Zwischen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{2\bar{1}0\}$ habe ich an dem antilogen

Pole keine bemerkt (mit Ausnahme jener Formen, welche gleichzeitig auch den anderen wichtigen Zonen angehören und welche schon früher beschrieben worden sind). An dem analogen Pole liegt {$\bar{1}\bar{8}$.9.2}, {$\bar{2}\bar{0}$.$\bar{7}$.27.7}, $\frac{13}{7}R\frac{27}{13}$, welche an Nr. 22 (Fig. 3b, Taf. VIII) auftritt. An demselben ist die Combinationskante (211):(210) durch eine sehr deutlich ausgebildete, schmale, aber gut spiegelnde Fläche abgestumpft. Bei den Messungen (I. gewöhnliches Ocular, II. verkleinerndes Ocular) habe ich bekommen:

	I.	II.	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
($\bar{1}\bar{8}$.9.2):($\bar{2}$11) =	32°20′	32°15′	32°17,5′	32°5′	0°12,5′
($\bar{1}\bar{8}$.9.2):($\bar{2}$10)	7 47,5	7 51,5	7 49,5	8 0	0 10,5

Obgleich die Differenzen ziemlich bedeutend sind, muss doch diese Form angenommen werden, weil keine andere einfachere existirt, welche mit den Werthen gut übereinstimmt. Die einfachere Form {$\bar{1}\bar{0}$.5.1} giebt:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
($\bar{1}\bar{0}$.5.1):($\bar{2}$11) =	32°17,5′	32°54,5′	0°37′

Die Form {$\bar{3}\bar{4}$.17.4} ist schon viel zu complicirt und giebt ebenfalls noch eine bedeutende Differenz. Ich habe daher die Form {$\bar{1}\bar{8}$.9.2} angenommen, da zudem die Verhältnisse 18 : 9, 18 : 2 und 9 : 2 relativ einfach sind.

In derselben Zone, aber zwischen {2$\bar{1}\bar{1}$} und {2$\bar{1}$2}, finden sich folgende Formen:

Die Form {10.$\bar{5}$.7}, {1454}, $-\frac{3}{4}R\frac{5}{3}$ habe ich bloss an Krystall Nr. 22 (Fig. 3a, Taf. VIII) gefunden. Sie ist zwar nur mit einer einzigen Fläche, aber ganz hervorragend gut ausgebildet, wie die Messung zeigt:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
(10.$\bar{5}$.7):(2$\bar{1}\bar{1}$) =	5°47′	5°47,5′	0°0,5′

Die Genauigkeit ist so gross, dass, obgleich die Form ein ziemlich complicirtes Symbol hat, sie zweifellos richtig ist.

Die Form ist für Turmalin neu.

Die Form {16.$\bar{8}$.13}, {17$\bar{8}$7}, $-\frac{6}{7}R\frac{4}{3}$ wurde an Nr. 66 aufgefunden, mit einer schwach ausgebildeten, aber doch messbaren Fläche. Die Messungen ergaben:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
(16.$\bar{8}$.13):(2$\bar{1}\bar{1}$) =	8° 3′	8°25,6′	0°22,6′
(16.$\bar{8}$.13):(001)	30 36,5	30 22	0 14,5

Die Differenzen sind zwar ziemlich bedeutend, es existirt aber keine andere einfachere Form, welche besser mit diesen Werthen übereinstimmt.

Die Form {6$\bar{3}$5} ergiebt:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
(6$\bar{3}$5):(001) =	30°36,5′	29°55,2′	0°41,3′

Die Form {14.7.11} giebt ebenfalls eine bedeutende Differenz, dazu ist

sie auch complicirt. Als wahrscheinlichste Form ist daher {16.8.13} anzunehmen.

In derselben Zone, aber zwischen {001} und {2$\bar{1}$2}, findet sich noch eine Form, nämlich {$\bar{2}$9$\bar{7}$9}, {14.$\bar{7}$.20}, $-\frac{5}{9}R\frac{9}{5}$, welche an Nr. 66 nachgewiesen wurde. Die Messungen stimmen in Anbetracht der schmalen Ausbildung der Fläche ziemlich befriedigend mit den berechneten Werthen überein.

Isolirte Pyramiden der zweiten Art (Zone [11$\bar{2}$]).

Die Pyramiden der zweiten Art sind beim Turmalin im Allgemeinen sehr selten. Vor meiner Arbeit war nur eine einzige Pyramide, nämlich {$\bar{2}$0$\bar{1}$}, bekannt (s. Beschreibung dieser Pyramide). An meinem Materiale habe ich noch sechs neue gefunden, von denen jedoch eine, nämlich {7$\bar{5}$1}, fraglich ist.

Die Pyramiden {$\bar{2}$0$\bar{1}$}, {3$\bar{1}$1} und {7$\bar{5}$1} sind schon im Vorausgehenden besprochen worden, die erste mit den Formen der Zone [$\bar{1}$00, $\bar{1}$0$\bar{1}$], die zweite mit jenen in [100, 1$\bar{1}$1] und die dritte mit denen in [2$\bar{1}$1, 3$\bar{2}$0]. Es bleiben also hier noch vier weitere zu besprechen übrig.

Die am nächsten zur Basis liegende Pyramide ist {423}, {11$\bar{2}$9}, $\frac{2}{9}$P2, welche an Krystall Nr. 19 auftritt. Derselbe zeigt auf der Basis sehr merkwürdige Aetzerscheinungen, welche bei der Beschreibung des Krystalles näher geschildert werden sollen (s. S. 358). Bei der Messung dieser Vertiefungen ergaben sich ausser sechs Flächen von {17.5.11} noch zwei Flächen, welche beide die gleichen Werthe für $(x):(111)$, nämlich 5° 28′, ergaben. Die möglichen Formen, auf welcher dieser Werth bezogen werden könnte, wären {13.7.10} und {423}, für welche man findet:

	Berechnet:	Beobachtet:	Diff.:
(13.7.10) : (111) =	5° 9,7′	5° 28′	0° 18,3′
(423) : (111)	5 44		0 16

Die zweite Form giebt die kleinere Differenz, dazu ist sie bedeutend einfacher als die erstere, so dass sie ohne Zweifel als die richtige anzunehmen ist.

Die Form {17.5.11}, {2.2.$\bar{4}$.11}, $\frac{4}{11}$P2 fand sich an Nr. 19 mit sechs Flächen, welche sehr merkwürdig ausgebildet sind (s. S. 358 und Fig. 30, Taf. XI). Die Messungen dieser sechs Flächen zur Basis ergaben:

						Mittel:
8° 58,5′	9° 0′	9° 14′	9° 14,5′	9° 32′	9° 39′	9° 16,3′

Obgleich diese Werthe sehr gut übereinstimmen und die grösste Differenz nur 0° 40,5′ beträgt, lässt sich doch keine besonders einfache Form für diese Flächen auffinden. Die nächst entsprechenden Formen wären: {25.7.16}, {17.5.11}, {20.6.13}, {312}. Sie geben für den Winkel $(x):(111)$ die Werthe:

	Berechnet:	Gemessen:	Diff.:
(25.7.16) : (111) =	9° 37′		0° 20,7′
(17.5.11) : (111)	9 19,9	9° 16,3′	0 3,5
(20.6.13) : (111)	9 12,8		0 3,5
(312) : (111)	8 33,9		0 42,4

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, dass die einfachste Form {312} zu entfernt steht, die Form {25.7.16} zu complicirt ist und auch zu grosse Differenz giebt. Es bleiben also nur {17.5.11} und {20.6.13} übrig. Bei gleicher Differenz ist die zweite viel complicirter als die erste, so dass die einfachere Form {17.5.11} als die richtige betrachtet werden muss.

Sie ist für Turmalin neu.

Die Form **$\{29.\bar{1}.14\}$**, **$\{5.5.\overline{10}.14\}$**, **$\frac{5}{7}P2$** habe ich an zwei Krystallen, Nr. 32 und 63, gefunden, jeder dieser Krystalle hat zwei Flächen derselben. Sie sind sehr originell ausgebildet (s. S. 287).

Die Messungen stimmen gut mit dieser Form, noch besser aber mit $\{27.\bar{1}.13\}$, es ist nämlich:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(27.\bar{1}.13) : (111)$ =	17° 58′	17° 58,3′	0° 0,3′

Es ist schwer zu entscheiden, ob hier $\{29.\bar{1}.14\}$ oder $\{27.\bar{1}.13\}$ vorliegt. Ich habe die erste Form angenommen, weil sie zu gleicher Zeit einfache Bravais'sche Symbole liefert, $\{5.5.\overline{10}.14\}$, gegenüber $\{27.\bar{1}.13\}$, welche $\{14.14.\overline{28}.39\}$ entspricht.

Die Form bleibt natürlich fraglich.

Die Form **$\{9\bar{1}4\}$**, **$\{5.5.10.12\}$**, **$\frac{5}{6}P2$**, welche für Turmalin neu ist, fand sich nur ein einziges Mal an Krystall Nr. 105.

Sie ist mit zwei Flächen vertreten, welche entweder als Resultat der Aetzung oder des Wachsthums betrachtet werden können. Die Messung der einen Fläche ist ziemlich ungenau, da sie nur ein ganz unregelmässiges Reflexbild liefert, während die andere ein ganz gutes Reflexbild giebt und ziemlich genaue Messungen zulässt.

Zone $[101, 2\bar{1}1] = [\bar{1}\bar{1}1]$.

Die Flächen dieser Zone habe ich wohl an einigen Krystallen beobachtet, doch war es nur an einem einzigen Krystalle, Nr. 13, möglich, dieselben näher zu bestimmen. Hierher gehören:

Die Form **$\{6\bar{1}5\}$**, **$\{16.\bar{7}.10\}$**, **$-\frac{1}{2}R\frac{7}{5}$** (Krystall Nr. 13, Fig. 10, Taf. IX). Sie liegt neben $\{11.\bar{4}.7\}$, ist aber nur schlecht ausgebildet. Die Messungen (mit verkleinerndem Ocular) haben ergeben:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(6\bar{1}5) : (101)$ =	4° 57,5′	4° 47′	0° 10,5′
$(6\bar{1}5) : (2\bar{1}1)$	16 10	16 29,5	0 19,5

Die Differenz ist ziemlich gross, stellt aber keinesfalls die Form in Frage, sie ist für Turmalin neu und nur an diesem Krystalle vorhanden.

Die Form {11.$\bar{4}$.7}, {4.11.1$\bar{5}$.14}, $-\frac{1}{2}R\frac{1.5}{7}$ ist ebenfalls nur an Nr. 13 vorhanden. Ausbildung nicht besonders, aber Messung möglich. Mit verkleinerndem Ocular habe ich bekommen:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
(11.$\bar{4}$.7) : (2$\bar{1}$1) =	8° 9′	8° 15,5′	0° 6,5′
(11.$\bar{4}$.7) : (101)	12 58,5	13 0,9	0 2,4

Die Form ist für Turmalin neu.

Zone [3$\bar{1}\bar{1}$, 3$\bar{2}$0] = [233].

Ausser den schon beschriebenen Formen habe ich in dieser Zone noch einige seltenere beobachtet, welche die Combinationskante (3$\bar{1}\bar{1}$) : (3$\bar{2}$0) abstumpfen. Sie wurden zwar an einigen Krystallen beobachtet, doch geben nur zwei derselben, nämlich Nr. 13 und 24, Resultate, welche einen Werth haben, die Flächen der anderen Krystalle sind ganz unbrauchbar.

Die Form {9$\bar{4}\bar{2}$}, {11.2.$\bar{1}\bar{3}$.3}, $3R\frac{1.3}{9}$ ist am Krystall Nr. 24 vorhanden und giebt nur ein schwaches Reflexbild.

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
(3$\bar{1}\bar{1}$) : (9$\bar{4}\bar{2}$) =	7° 37,5′	7° 25′	0° 12,5′

Ich habe diese Form als sicher angenommen, da jede andere complicirter ist und grössere Differenz ergiebt.

Die andere Combinationskante (3$\bar{1}\bar{1}$) : (30$\bar{2}$) ist ebenfalls durch eine Fläche abgestumpft, welche aber kein messbares Reflexbild giebt.

Die Form {6$\bar{3}\bar{1}$}, {72$\bar{9}$2}, $\frac{5}{2}R\frac{9}{5}$ fand sich am Krystall Nr. 13 (Fig. 10, Taf. IX). Sie ist zwar sehr klein, doch ganz scharf und ohne Schwierigkeit messbar.

Die Fläche stumpft die Combinationskante (3$\bar{1}\bar{1}$) : (3$\bar{2}$0) ab.

Die Fläche wurde einmal mit gewöhnlichem Ocular (I) und einmal mit verkleinerndem Ocular (II) gemessen und hat ergeben:

	I.	II.	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(6$\bar{3}\bar{1}$) : (3$\bar{1}\bar{1}$) =	11° 13,5′	10° 57′	11° 5$\frac{3}{4}$′	11° 3′	0° 2$\frac{3}{4}$′
(6$\bar{3}\bar{1}$) : (3$\bar{2}$0)	10 10	10 24	10 17	10 17	0 0

Die Form ist demnach ohne Zweifel, sie ist für Turmalin neu.

Krystall Nr. 30 hat drei Flächen in dieser Zone, welche aber alle zu verschiedenen Formen gehören; die Messungen schwanken jedoch, der schlechten Ausbildung wegen, in so grossen Grenzen, dass es unmöglich ist, sie genau zu bestimmen. Ungefähr gehören sie zu den Formen:

$\{15.\bar{6}.\bar{4}\}$ $\{19.2.\bar{2}\bar{1}.5\}$
$\{12.\bar{5}.\bar{3}\}$ $\{15.2.\bar{1}\bar{7}.4\}$

oder zu diesen nahe liegenden.

Zone $[2\bar{1}2, 5\bar{1}\bar{1}] = [141]$.

Diese Zone ist eine der am seltensten ausgebildeten am Turmalin, und nur die ceyloner Turmaline weisen in derselben einige Formen auf. Ausser den schon früher beschriebenen Formen kommt noch $\{7\bar{2}1\}$ öfters vor, aber nur als Fläche von Wachsthumshügeln auf $\{2\bar{1}2\}$, was auch von den anderen Formen gilt, welche aber fraglich sind.

Die zu $\{2\bar{1}2\}$ nächstgelegene Form wäre $\{5\bar{2}3\}$, $\{25\bar{7}6\}$, $-\frac{1}{2}R\frac{7}{3}$, welche ich an Nr. 9 beobachtet habe; sie wurde, als sehr fraglich, nicht in die Formentabelle aufgenommen. Ferner fand sich $\{11.\bar{4}.5\}$, $\{23\bar{5}4\}$, $-\frac{1}{4}R5$ an Nr. 47 als ebenfalls höchst unsichere Form.

Die einzige sichere und überdies häufige Form ist $\{721\}$, $\{21\bar{3}2\}$, $\frac{1}{2}R3$, die ich an vielen Krystallen beobachtete, wo sie stets die Flächen von Wachsthumshügeln bildet.

Am besten ausgebildet findet sie sich an Nr. 39, an welchem gemessen wurde:

	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
$(7\bar{2}1):(1\bar{2}7) =$	43° 47,5′	43° 39,6′	0° 7,9′

Diese Genauigkeit ist für so kleine und merkwürdig ausgebildete Flächen eine sehr grosse. Die anderen Krystalle geben schlechter stimmende Werthe, welche aber stets noch für diese Form beweisend sind.

Ihre Häufigkeit beweist, dass sie fast an allen Krystallen, welche die auf Seite 307 beschriebenen Wachsthumshügel zeigen, auftritt.

Die Flächen sind natürlich immer etwas gerundet und die Reflexe schwach, wodurch die grossen Differenzen zu erklären sind, die wir bei den Messungen dieser Flächen beobachten.

Prismenzone.

Die Prismenzone ist keine besonders flächenreiche, ausser den gewöhnlichen Formen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{211\}$ und $\{1\bar{1}0\}$ kommt nur noch eine Form $\{3\bar{2}\bar{1}\}$ sehr oft vor, die anderen sind sehr selten und immer nur sehr schmal ausgebildet.

Die beiden Formen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{\bar{2}11\}$ sind fast an jedem Krystalle ausgebildet, aber nur an ganz wenigen Krystallen ist eine von diesen Formen herrschend. Die Krystalle haben dann trigonalen Habitus, wie Fig. 5 auf Taf. VIII.

Solche Krystalle kommen aber seltener vor, gewöhnlich sind die beiden Formen gleich stark entwickelt, und es tritt noch $\{1\bar{1}0\}$ dazu,

welche Form an der Mehrzahl der Krystalle sehr stark ausgebildet ist. Bei wenigstens einem Drittel der Krystalle findet sich noch die Form $\{3\bar{2}\bar{1}\}$, wodurch die Krystalle nicht trigonalen Habitus, sondern cylindrisches Aussehen erhalten. An vielen Krystallen ist die Form $\{1\bar{1}0\}$ die herrschende, und diese haben dann vollständig hexagonalen Habitus (Fig. 4, Taf. VIII und 68, Taf. XII). Die Mehrzahl der Krystalle sind gewöhnlich kurzprismatisch, wie Figg. 1, 2, Taf. VIII, bei einigen sind die Prismenflächen so zurücktretend, dass sie kaum bemerkbar sind, während als langprismatisch ausgebildete nur ganz wenige zu bezeichnen sind. Solche haben gewöhnlich stark trigonalen Habitus durch Vorherrschen von $\{\bar{2}11\}$ (Fig. 5, Taf. VIII), oder aber hexagonalen Habitus durch Vorherrschen von $\{1\bar{1}0\}$, wie Fig. 4, Taf. VIII und Fig. 68, Taf. XII.

Die Prismenflächen sind gestreift. Die gewöhnlichste Streifung geht parallel der Längsaxe *c*. Sie ist aber bei den ceyloner Turmalinen nicht so stark ausgeprägt, wie das gewöhnlich beim Turmalin der Fall ist. Die Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und von $\{\bar{2}11\}$ sind stärker gestreift, wie jene von $\{1\bar{1}0\}$. Die letzten sind meistens glänzend, ganz glatt und geben tadellose Reflexe.

Die Streifung parallel der Richtung der *c*-Axe wird ohne Zweifel durch alternirende Wiederholung verschiedener Prismenflächen hervorgerufen. An einigen Krystallen tritt dies zuweilen deutlicher hervor, z. B. an Nr. 27. An demselben kann durch Einstellung am Goniometer erkannt werden, dass die Streifung von der alternirenden Wiederholung der Flächen $(1\bar{1}0)$, (121), $(0\bar{1}1)$ bedingt wird; die Messung ergab drei ganz gute Reflexbilder, welche genau den drei ebengenannten Flächen entsprechen. So deutlich ist die Erscheinung aber selten. Gewöhnlich sind die einzelnen Flächen viel feiner gestreift, so dass man nur eine Reihe von Reflexen erhält, welche unmöglich auseinander gehalten werden können. Ausser dieser Streifung bemerkt man noch eine andere, welche ziemlich oft ausgeprägt ist, nämlich parallel der Combinationskante $(2\bar{1}\bar{1}):(100)$ auf den Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und parallel der Combinationskante $(1\bar{1}0):(100)$ auf den Flächen von $\{1\bar{1}0\}$. Diese Streifung ist ein Resultat der Schichtenbaustructur parallel den Flächen von $\{100\}$. Es lässt sich ganz deutlich beobachten, dass jeder Strich auf der Fläche $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ bis zur Kante $(2\bar{1}\bar{1}):(1\bar{1}0)$ geht, dort seine Richtung wechselt, und alsdann parallel der Kante $(1\bar{1}0):(100)$ geht, im Allgemeinen also immer der Fläche $\{100\}$ parallel bleibt.

In Fig. 33, Taf. XI, ist diese Erscheinung dargestellt. Man sieht daselbst drei Streifensysteme, welche parallel den drei Flächen von $\{100\}$ gehen. Es ist gewiss interessant, dass diese Erscheinung nur an dem antilogen Ende des Krystalles bemerkt wurde und nie an dem analogen. Welche Formen aber diese Streifung hervorrufen, war unmöglich mit Genauigkeit zu bestimmen. Als weitere Störungen auf den Prismenflächen

wären Aetzfiguren und Fortwachsungen zu nennen. Die ersteren werden auf S. 453 beschrieben werden.

Die Fortwachsungsindividuen sind denjenigen auf den Flächen von $\{100\}$ sehr ähnlich und gewöhnlich so gebaut, dass zwei Seiten durch Flächen von Prismen begrenzt sind, oben und unten aber Flächen auftreten, welche den verschiedenen trigonalen Pyramiden angehören. Auch in diesem Falle ist es sehr schwer zu bestimmen, von welchen Formen diese Flächen gebildet werden, da sie, wie auf den Flächen von $\{100\}$ (s. S. 291), meistens keine wirklichen Krystallflächen sind. Manchmal aber finden sich Fortwachsungsindividuen, welche grösser sind und dann wirkliche Krystallflächen aufweisen. Jedenfalls habe ich solche mit den Formen $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\{5\bar{2}\bar{2}\}$ auf den Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und solche mit den Formen $\{1\bar{1}1\}$, $\{2\bar{3}2\}$ auf den Flächen von $\{1\bar{2}1\}$ gefunden. Die Seitenflächen gehören bisweilen den Formen $\{9\bar{5}\bar{4}\}$ und $\{\bar{9}54\}$ an, gewöhnlich aber sind sie unmessbar.

Einige Krystalle zeigen sehr interessante Vicinalerscheinungen, es geben nämlich die Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{2}11\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{3\bar{2}\bar{1}\}$ sehr oft zwei ganz gleich helle und sehr gute Reflexe, aber es ist absolut unmöglich herauszufinden, welcher von ihnen wirklich der richtig liegenden Fläche von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ entspricht. Es ist also die Fläche aus zwei zu einander unter einem sehr kleinen Winkel geneigten Flächen aufgebaut.

Herr Jeroféjew hat solche Erscheinungen als das Resultat der Zusammenhäufung erklärt und in seiner Arbeit Beispiele aufgeführt, welche wirklich sehr regelmässige Drehungen der einzelnen Individuen aufweisen. Wie aus seinen Beobachtungen hervorgeht, können zwei Individuen um $3^{0}\,8'$ zu einander gedreht sein.

Aehnlich grosse Differenzen zwischen den Reflexen der Flächen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ oder $\{1\bar{1}0\}$ hat späterhin nur Herr Karnojitzky beobachtet, welcher sogar noch grössere Winkel, nämlich bis $4^{0}\,5'$, als das Resultat der Zusammenhäufung betrachtet[1]).

Andere Autoren haben dagegen nie so grosse Werthe als das Resultat des Zusammenhäufung angenommen. D'Achiardi giebt eine Anzahl Beispiele, bei denen die Abweichungen der Flächen bis zu $2^{0}\,42'$ betragen.

An meinen Turmalinen habe ich ähnliche Erscheinungen nie beobachtet, denn erstens gaben die einzelnen Theile der Krystallflächen zu kleine Differenzen mit einander; so geben beispielsweise die Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ immer nur einzelne Minuten und nur zwei oder drei eine Differenz bis zu $0^{0}\,22'$. Zweitens konnte ich bei diesen Erscheinungen niemals eine Gesetzmässigkeit bemerken; auch da, wo sich entscheiden lässt, welche Flächen dem

1) In seiner Monographie stehen noch grössere Werthe, nämlich bis $7^{0}\,5'$; Herr A. von Karnojitzky hat mir aber brieflich mitgetheilt, dass er augenblicklich nur die Winkel bis $4^{0}\,5'$ als Resultat der Zusammenhäufung annimmt.

einen und welche dem anderen Individuum angehören, stehen die Differenzen gewöhnlich in ganz unregelmässigen Verhältnissen zu einander.

Obgleich mein Material diese Erscheinungen nur in geringem Maasse aufweist, so will es mir, nach den wenigen von mir beobachteten Fällen doch scheinen, dass solche Zusammenhäufungen, wie sie Herr Jeroféjew angenommen hat, beim Turmalin kaum existiren, ebensowenig aber auch kaum so grosse Gesetzmässigkeiten in den Anomalien der Winkel, wie Jeroféjew und Karnojitzky dies annehmen. Viel verständlicher scheint mir die Erklärung dieser Erscheinungen durch solche Vicinalflächenbildung, wie sie Wulff und Weyberg bei ihren höchst lehrreichen und interessanten Experimenten mit Alaun beobachtet haben. Ich will hier über diese Frage nicht mehr sprechen, weil die Beobachtungen in dieser Richtung das Material späterer Publication bilden sollen.

Unter den Formen der Prismenzone sind von grösstem Interesse die Formen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{10\bar{1}0\}$, ∞R und $\{\bar{2}11\}$, $\{\bar{1}010\}$, ∞R.

Die beiden trigonalen Prismen haben etwas verschiedenen Charakter. Die Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ sind gewöhnlich stärker gestreift als jene von $\{\bar{2}11\}$, oder es ist wenigstens die Streifung gröber. Die Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ haben überdies noch die Streifung parallel den Kanten $(2\bar{1}\bar{1}):(100)$ (s. S. 351), und die Fortwachsungserscheinungen sind viel häufiger an diesen Flächen als an denen von $\{\bar{2}11\}$.

Wie bekannt, ist G. Rose bei seinen Pyroëlektricitätsuntersuchungen zu dem Schlusse gekommen, dass man nach der Combination der Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{\bar{2}11\}$ mit $\{100\}$ den antilogen und den analogen Pol unterscheiden könne. Wie wir später sehen werden, ist dies nicht zutreffend. Sein Hauptfehler ist der, dass er annahm, dass man immer die Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ von denjenigen von $\{\bar{2}11\}$ leicht unterscheiden könne. In Wirklichkeit verhält sich die Sache aber anders. Sehr oft sind die Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ mit denjenigen von $\{\bar{2}11\}$ so übereinstimmend, dass es unmöglich ist, sie zu unterscheiden.

Unter den Combinationen der ceyloner Turmaline habe ich die verschiedensten Uebergänge beobachtet. Es existiren Krystalle, wo die Form $\{\bar{2}11\}$ vollständig herrscht, und in diesem Falle ist es besonders schwer, ohne Pyroëlektricitätsbestimmung zu entscheiden, welches Prisma vorliegt; gleichzeitig finden sich aber auch viele Turmaline, wo die Form $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ die einzige ist.

Gewöhnlich aber sind an den Turmalinen von Ceylon die beiden Prismen gleich ausgebildet, und dadurch wird es noch schwieriger, sie von einander zu unterscheiden. An vielen Krystallen war die Unterscheidung möglich durch die oben beschriebenen verschiedenen Eigenschaften der beiden Formen; noch leichter natürlich gestaltete sie sich durch Beiziehung der allgemeinen Combination der Krystalle. An sehr vielen Krystallen sind

diese beiden Formen auch nur sehr untergeordnet vorhanden, während $\{1\bar{1}0\}$ die herrschende Form dieser Zone ist.

Die Form $\{\mathbf{95\bar{4}}\}$, $\{\mathbf{13.1.14.0}\}$, $\infty\mathbf{P}\frac{14}{13}$ gehört zu den schon seit langer Zeit bekannten Formen. Sie wurde an einigen Krystallen beobachtet, aber immer nur schmal ausgebildet.

Das Prisma $\{\mathbf{53\bar{2}}\}$, $\{\mathbf{71\bar{8}0}\}$, $\infty\mathbf{P}\frac{8}{7}$ ist an Nr. 22 durch zwei sehr gut ausgebildete Flächen vertreten, welche ganz genaue Messungen erlauben.

Die Form $\{\mathbf{32\bar{1}}\}$, $\{\mathbf{41\bar{5}0}\}$, $\infty\mathbf{P}\frac{5}{4}$ ist die gewöhnlichste unter den ditrigonalen Prismen und wurde wenigstens an einem Drittel aller Krystalle beobachtet. Es kommt jedoch sehr selten vor, dass diese Form grösser ausgebildet ist, nur an den Krystallen Nr. 13, 22, 42 und einigen anderen war dies der Fall. Besonders gross entwickelt ist eine Fläche von $\{32\bar{1}\}$ am Krystalle Nr. 13 (Fig. 10, Taf. IX), wo sie breiter ist als die Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$. Diese Form ist noch besonders dadurch interessant, dass die ihr entsprechende $\{\bar{3}\bar{2}1\}$ sehr selten ist und nur ein einziges Mal an meinen Turmalinen beobachtet werden konnte. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, auch ohne Pyroëlektricitätsbestimmungen zu entscheiden, dass derjenige Pol, an welchem die Flächen von $\{100\}$ an denjenigen Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ sitzen, welche von den Flächen $\{32\bar{1}\}$ abgestumpft werden, der antiloge ist. Es ist natürlich nicht möglich, diese Erscheinung als ein Gesetz zu betrachten, doch haben meine Untersuchungen an vielen Turmalinvorkommen keine Ausnahmen ergeben (besonders deutlich zeigen dies die Turmaline von Gouverneur, von Pierrepont und einige andere).

Die Form $\{\mathbf{431}\}$, $\{\mathbf{5270}\}$, $\infty\mathbf{P}\frac{7}{5}$ ist eine der bekannten Formen des Turmalins. Sie wurden an einigen Krystallen beobachtet, besonders gut an Nr. 45, wo sie mit zwei sehr guten Flächen auftritt.

Die Form $\{\mathbf{110}\}$, $\{\mathbf{11\bar{2}0}\}$, $\infty\mathbf{P2}$, welche überhaupt zu den gewöhnlichsten Formen des Turmalins gehört, ist auch für die ceyloner Turmaline typisch. Nur selten kann man einen Krystall ohne diese Form finden, gewöhnlich ist sie sehr gross ausgebildet, ja, an einigen Krystallen ist sie die einzige Form in der Prismenzone, so dass die Krystalle vollständig hexagonalen Habitus besitzen.

Die Flächen von $\{1\bar{1}0\}$ sind meistens nicht so stark gestreift wie die von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{\bar{2}11\}$, geben also meist tadellose Reflexbilder und erlauben dadurch, sie als Ausgangspunkt bei schlechteren Krystallen benutzen zu können. An vielen Krystallen ist die Streifung parallel der c-Axe so fein, dass sie gar keinen Einfluss mehr auf das Reflexbild hat.

Eine besonders interessante Erscheinung an den Krystallen ist ihre deutliche Schichtenstructur parallel den Flächen von $\{1\bar{1}0\}$, was sehr viele Krystalle vorzüglich zeigen. Die einzelnen Schichten sind so gebaut, dass sie

in der Prismenzone durch eine breite Fläche von $\{1\bar{1}0\}$ und solchen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{\bar{2}11\}$ begrenzt sind. In der Zone $[1\bar{1}0, 100]$ werden die Begrenzungsflächen gebildet von verschiedenen ditrigonalen Pyramiden der Zone $[100, 010]$. Es ist diese Erscheinung sowohl am antilogen Pole als auch noch deutlicher am analogen Pole zu beobachten; an diesem sind die Mehrzahl der ditrigonalen Pyramiden dieser Zone als Flächen der Schichten ausgebildet. Besonders oft kommt natürlich hier $\{\bar{2}10\}$ vor, dazu aber noch eine ganze Menge von selteneren Formen. Die einzelnen Schichten sind gewöhnlich so dick, dass es ganz leicht ist, die verschiedenen Begrenzungsflächen zu unterscheiden, so dass kein Zweifel darüber herrscht, dass wir wirklich Reflexe von Krystallflächen vor uns haben, und keine falschen von tangentialen Flächen der Streifung.

Diese Erscheinung ist sehr typisch für den ceyloner Turmalin; man bemerkt sie aber auch ganz deutlich bei den Turmalinen von Dekalb, bei welchen dieselbe Structur auch sehr oft an dem analogen Pole vorhanden ist; an vielen anderen Vorkommen ist sie, wenn auch weniger scharf, zu bemerken.

Die Formen $\{\bar{9}54\}$, $\{\overline{13}.\bar{1}.14.0\}$, $\infty P\frac{14}{13}$ und $\{\bar{7}43\}$, $\{\overline{10}.\bar{1}.11.0\}$, $\infty P\frac{11}{10}$ kommen an einigen Krystallen vor. Die zweite Form ist keine besonders seltene.

Die Formen $\{\bar{8}53\}$, $\{11.2.\overline{13}.0\}$, $\infty P\frac{13}{11}$ und $\{\overline{11}.7.4\}$, $\{5\bar{1}60\}$, $\infty P\frac{6}{5}$ bleiben fraglich. Die beobachteten Werthe liegen für beide Formen gleich nahe. Die besten Flächen geben:

$(x):(\bar{2}11)$	=	$8^0 11'$	a — b
		8 25	a — a
		8 36	a — a
		8 32,5	b — b
		8 51,5	a — c
		8 52,5	a — a

Es ist schwer zu entscheiden, welche von diesen Werthen auf $\{\bar{8}53\}$, die $8^0 12,8'$ erfordert, und welche auf $\{11.\bar{7}.\bar{4}\}$, die $8^0 57'$ verlangt, bezogen werden müssen.

Die Form $\{\bar{3}21\}$, $\{\bar{4}\bar{1}50\}$, $\infty P\frac{5}{4}$ ist eine sehr seltene Form und wurde nur ein Mal an Nr. 22 beobachtet, wo eine Fläche giebt:

	Beobachtet:		Berechnet:	Diff.:
$(\bar{3}21):(\bar{2}11)$ =	$11^0 5'$	a — a	$10^0 53,5'$	$0^0 11,5'$

Interessant ist, dass die entsprechende Form $\{3\bar{2}\bar{1}\}$ eine der gewöhnlichsten beim Turmalin ist.

Die Form $\{\bar{5}41\}$, $\{\bar{2}\bar{1}30\}$, $\infty P\frac{3}{2}$ wurde an einigen Krystallen beobachtet, besonders gut an Nr. 22 und Nr. 27.

Die Formen $\{871\}$, $\{981\}$, $\{\overline{10}.9.1\}$, $\{\overline{14}.13.1\}$ sind selten und nur an einigen Krystallen mit einzelnen Flächen vorhanden.

Im Nachstehenden gebe ich die Beschreibung einiger besonders interessanter Krystalle, welche entweder durch sehr complicirte oder durch merkwürdige Combinationen ausgezeichnet sind.

Krystall **Nr. 13** (Fig. 10, Taf. IX) zeigt viele interessante Formen, obgleich er nur ein Bruchstück darstellt. Er ist sehr durchsichtig, in der Richtung der Nebenaxen zeigt er grünbraune Farbe, in der Richtung der c-Axe braune. Der Pleochroïsmus ist sehr stark.

Die Grösse des Stückes ist 5 mm in der Richtung der c-Axe, 18×14 mm senkrecht dazu.

Der Krystall zeigt die Formen:

Antiloger Pol:			Analoger Pol:
$o\{111\}$	$\{0001\}$	$0R$	
$R\{100\}$	$\{10\bar{1}1\}$	R	
$d\{3\bar{1}\bar{1}\}$	$\{40\bar{4}1\}$	$4R$	
$n\{101\}$	$\{01\bar{1}2\}$	$-\frac{1}{2}R$	
$r\{2\bar{1}2\}$	$\{01\bar{1}1\}$	$-R$	
$e\{1\bar{1}1\}$	$\{02\bar{2}1\}$	$-2R$	
$u\{3\bar{2}0\}$	$\{32\bar{5}1\}$	$R5$	
$t\{2\bar{1}0\}$	$\{21\bar{3}1\}$	$R3$	$t'\{\bar{2}10\}$ $\{\bar{2}\bar{1}3\bar{1}\}$ $R3$[1]
$w\{4\bar{1}1\}$	$\{32\bar{5}4\}$	$\frac{1}{4}R5$	
$x\{2\bar{1}1\}$	$\{12\bar{3}2\}$	$-\frac{1}{2}R3$	
Ω?$\{4\bar{3}3\}$	$\{16\bar{7}4\}$	$-\frac{5}{4}R\frac{7}{5}$	
$D\{6\bar{3}1\}$	$\{72\bar{9}2\}$	$\frac{5}{2}R\frac{9}{5}$	
$\mathfrak{a}\{6\bar{1}5\}$	$\{1.6.\bar{7}.10\}$	$-\frac{1}{2}R\frac{7}{5}$	
$\varphi\{11.\bar{4}.7\}$	$\{4.11.\bar{15}.14\}$	$-\frac{1}{2}R\frac{15}{7}$	
$Q\{302\}$	$\{12\bar{3}5\}$	$-\frac{1}{5}R3$	

$s\{2\bar{1}\bar{1}\}$	$\{10\bar{1}0\}$	∞R
$b\{1\bar{1}0\}$	$\{11\bar{2}0\}$	$\infty P2$
$\vartheta\{3\bar{2}\bar{1}\}$	$\{41\bar{5}0\}$	$\infty P\frac{5}{4}$
$s'\{\bar{2}11\}$	$\{\bar{1}010\}$	∞R

1) Nur mit einem kleinen Stück erhalten; die ganze übrige Unterseite ist Bruchfläche.

Fast alle Flächen des Krystalles, ausser zwei von $\{100\}$ und denen der ganz untergeordneten Formen, geben tadellose Reflexe. Als Beispiel gebe ich eine Zone:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(2\bar{1}\bar{1}) =$	0° 0′	0° 0′	0° 0′
$(3\bar{1}\bar{1})$	25 34,5′	25 36,2	0 1,7
(100)	62 26	62 27	0 1
(111)	90 1,5	90	0 1,5

Ausser den gewöhnlichen Formen finden sich auch einige neue. In der Zone $[3\bar{1}\bar{1}, 3\bar{2}0]$ liegt eine sehr kleine, aber messbare Fläche, welche $\{6\bar{3}1\}$ entspricht.

Diese Form ist für Turmalin neu.

Ferner liegen in der Zone $[2\bar{1}1, 101]$ zwei sehr kleine Flächen, welche den Formen $\{6\bar{1}5\}$ und $\{11.\bar{4}.7\}$ entsprechen.

In der Zone $[100, 1\bar{1}1]$ liegt eine sehr kleine und nur schwer messbare Fläche, welche approximativ als zu $\{4\bar{3}3\}$ gehörend bestimmt werden kann.

Endlich finden wir vier schmale Flächen zwischen $\{100\}$ und $\{101\}$, welche alle zu einer Form gehören. Die Messungen sind etwas schwierig, weil die Flächen verwaschene Reflexbilder geben, welche nur mit einer Genauigkeit von ungefähr $0^0 30'$ einzustellen sind. Die Messungen geben aber stets ungefähr 5^0 für den Winkel $(100):(x)$, woraus hervorgeht, dass alle vier Flächen der Form $\{302\}$ angehören; natürlich bleibt aber die Form etwas fraglich.

In der Prismenzone ist eine Fläche von $\{3\bar{2}\bar{1}\}$ auffallend breiter ausgebildet als die der gewöhnlichen Formen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{1\bar{1}0\}$; dieselbe ist gar nicht gestreift. Von den Flächen $\{1\bar{1}0\}$ ist eine sehr stark gestreift.

Der Krystall ist eines der schönsten Exemplare der Sammlung.

Krystall **Nr. 19** ist ein braun gefärbtes, 16×15 mm grosses Exemplar. Er ist sehr durchsichtig durch die Prismenzone. Wie die Abbildung (Fig. 13, Taf. IX) zeigt, ist der Krystall sehr verzerrt, so dass es gar nicht so leicht ist, ihn gleich richtig zu stellen. Die sonderbare Ausbildung hängt davon ab, dass zwei Flächen von $\{3\bar{2}0\}$, eine von $\{1\bar{1}1\}$ und eine von $\{2\bar{1}1\}$ sehr stark entwickelt sind, während alle anderen zahlreichen Flächen untergeordnet und hauptsächlich, wie die Zeichnung zeigt, auf einem verhältnissmässig kleinen Stück der Oberfläche vereinigt sind. Im Ganzen zeigt der Krystall folgende Combination:

Antiloger Pol:	Analoger Pol:
$o\{111\}, \{0001\}0R$	
$R\{100\}, \{10\bar{1}1\}R$	
$d\{3\bar{1}\bar{1}\}, \{40\bar{4}1\}4R$	
$n\{101\}, \{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$	$n'\{\bar{1}0\bar{1}\}, \{0\bar{1}1\bar{2}\}-\frac{1}{2}R$
$r\{2\bar{1}2\}, \{01\bar{1}1\}-R$	
$\alpha\{3\bar{2}3\}, \{05\bar{5}4\}-\frac{5}{4}R$	
$e\{1\bar{1}1\}, \{02\bar{2}1\}-2R$	$e'\{\bar{1}1\bar{1}\}, \{0\bar{2}2\bar{1}\}-2R$
$u\{3\bar{2}0\}, \{32\bar{5}1\}R5$	$\{\bar{4}10\}, \{\bar{4}\bar{1}5\bar{3}\}R\frac{5}{3}$
$t\{2\bar{1}0\}, \{21\bar{3}1\}R3$	$t'\{\bar{2}10\}, \{\bar{2}\bar{1}3\bar{1}\}R3$
$w\{4\bar{1}1\}, \{32\bar{5}4\}\frac{1}{4}R5$	
$x\{2\bar{1}1\}, \{21\bar{2}2\}-\frac{1}{2}R3$	
$v\{2\bar{2}1\}, \{13\bar{4}1\}-2R2$	
$\{3\bar{3}1\}, \{24\bar{6}1\}-2R3$	
$\{423\}, \{11\bar{2}9\}\frac{2}{9}P2$	
$\{17.5.11\}, \{2.2.\bar{4}.11\}\frac{4}{11}P2$	

$s\{2\bar{1}\bar{1}\}, \{10\bar{1}0\}\infty R$

$$b\{1\bar{1}0\}\ \{11\bar{2}0\}\infty P2$$
$$\vartheta\{3\bar{2}\bar{1}\}\ \{41\bar{5}0\}\infty P\tfrac{5}{4}.$$

Alle Flächen, mit Ausnahme von $\{2\bar{1}2\}$ und $\{211\}$, spiegeln sehr gut. Die Form $\{2\bar{1}1\}$ ist dadurch interessant, dass alle fünf Flächen, welche diese Form zeigt, ganz matt sind; da sie aber sehr eben sind, so konnten sie nach Bedecken mit Deckgläschen sehr genau gemessen werden. Sie geben aber auch ohne Glas bemerkbare Reflexe.

Dieser Krystall ist auch noch dadurch interessant, dass er die gleichen merkwürdigen Wachsthumserscheinungen auf $\{111\}$ zeigt wie Krystall Nr. 105 und einige andere Exemplare. An ihm aber ist diese Erscheinung am besten ausgebildet. Fig. 30, Taf. XI zeigt naturgetreu diese Fläche (s. Beschreibung S. 287). Man sieht drei Systeme kanalähnlicher Vertiefungen, von welchen jede senkrecht zu der Kante $(100):(111)$ verläuft. Bei den Messungen ergab sich, dass die Flächen, welche diese Vertiefungen abgrenzen, Pyramiden der zweiten Art angehören, nämlich $\{17.5.11\}$, welche mit sechs Flächen vollständig ausgebildet ist (a_1 $-a_2$, $-a_3$ $-a_4$, $-a_5$ $-a_6$), und $\{423\}$, welche durch zwei kleine Flächen repräsentirt ist. Die Reflexe dieser Flächen sind verhältnissmässig gut (s. S. 347, Beschreibung dieser Formen), so dass beide Formen als sichergestellt betrachtet werden können.

Krystall **Nr. 20** ist erstens durch eine grosse Reihe von negativen trigonalen Pyramiden, zweitens durch die Aetzfiguren auf der Basis ausgezeichnet. Der Krystall ist sehr schön ausgebildet und zeigt die Combination:

Antiloger Pol:	Analoger Pol:
$\{111\}\,0R$	
? $\{433\}\,\frac{1}{10}R$	
$\{211\}\,\frac{1}{4}R$	
$\{100\}\,R$	$\{\bar{1}00\}\,R$
$\{3\bar{1}\bar{1}\}\,4R$	
$\{212\}-\frac{1}{5}R$	
$\{414\}-\frac{1}{3}R$	
? $\{929\}-\frac{7}{20}R$	
$\{13.1.13\}-\frac{4}{9}R$	
$\{101\}-\frac{1}{2}R$	$\{\bar{1}0\bar{1}\}-\frac{1}{2}R$
$\{414\}-\frac{5}{7}R$	
$\{2\bar{1}2\}-R$	
$\{1\bar{1}1\}-2R$	$\{\bar{1}1\bar{1}\}-2R$
	$\{\bar{2}10\}\,R3$
$\{3\bar{2}0\}\,R5$	
$\{705\}-\frac{1}{4}R\frac{7}{3}$	
$\{503\}-\frac{1}{8}R5$	

Antiloger Pol:		Analoger Pol:
$\{5\bar{1}1\}\,\frac{2}{5}R3$		
$\{4\bar{1}1\}\,\frac{1}{4}R5$		
$\{2\bar{1}1\}-\frac{1}{2}R3$		$\{\bar{2}1\bar{1}\}-\frac{1}{2}R3$
	$\{2\bar{1}\bar{1}\}\,\infty R$	
	$\{\bar{2}11\}\,\infty R$	
	$\{1\bar{1}0\}\,\infty P2$	
	$\{3\bar{2}\bar{1}\}\,\infty P\frac{5}{4}$	

Fast alle Flächen sind sehr glänzend und geben sehr genaue Werthe.

Die Beschreibung der Aetzfiguren auf der Basis (Fig. 46, Taf. XI) s. S. 452.

Der Krystall ist eines der schönsten Exemplare der Sammlung.

Krystall **Nr. 21** ist der einzige, welcher eine sehr gut ausgebildete Fläche von $\{52\bar{2}\}$ zeigt (Fig. 11, Taf. IX). Alle anderen Krystalle haben diese Form nur sehr untergeordnet.

Krystall **Nr. 22** (Fig. 3a—3b, Taf. VIII) gehört zu den interessantesten Exemplaren der Sammlung. Seine höchst complicirte Combination, die Menge von neuen und sehr seltenen Formen, die vorzügliche Ausbildung der Flächen, welche den Messungen grosse Genauigkeit geben, dazu viele andere interessante Erscheinungen, machen es nothwendig, den Krystall etwas ausführlicher zu beschreiben.

Derselbe gehört nach seiner Färbung zum gewöhnlichsten Typus des ceyloner Turmalins, da er tief braun gefärbt und zugleich trotz seiner Dicke durch zwei entgegengesetzte Prismenflächen sehr gut durchsichtig ist. In der Richtung der c-Axe ist, wie gewöhnlich, eine sehr starke Absorption, so dass der Krystall ganz schwarz erscheint. Die Dimensionen sind ungefähr 17 mm in der Richtung der c-Axe und 21 mm in der dazu senkrechten Richtung. Diese ungefähr gleich grosse Ausbildung nach beiden Richtungen im Vereine mit den zahlreichen Flächen, welche ihn von allen Seiten begrenzen, verleihen ihm einen kugelförmigen Habitus und machten die Messung dieses Krystalles zu einer ziemlich umständlichen Arbeit. Es war unmöglich eine Zone durchzumessen, ohne dieselbe sechs oder acht Mal neu zu centriren. Glücklicherweise geben die Flächen des Krystalles grösstentheils sehr gute Reflexe, so dass jener Umstand der Genauigkeit der Messungen keinen Eintrag gethan hat.

Schon beim ersten Blick hat es den Anschein, dass dieser Krystall sehr unregelmässig gebaut ist, und wirklich bemerkt man auch an ihm verschiedene Störungen, welche seiner Oberfläche ein ganz merkwürdiges Aussehen verleihen.

Der Krystall zeigt nämlich auf seiner Oberfläche sehr viele scheinbar ganz unregelmässige Vertiefungen oder Gruben, oft so viele, dass manche

Fläche $\frac{3}{4}$ ihrer Ebene verliert. Er sieht aus wie etwa ein aus Wachs geformter Krystall, welcher mit einem Stahlinstrument durchlöchert worden ist, oder wie ein leicht löslicher Krystall, welcher in einer sehr concentrirten Säure gelegen hat. Diese Vertiefungen sind an einigen Stellen so tief, dass sie bis in die Mitte des Krystalles gehen.

Betrachtet man aber den Krystall genauer, so sieht man, dass diese Vertiefungen und Störungen der Oberfläche keineswegs ein Resultat der Aetzung sind. Sie sind nämlich gar nicht matt, und zeigen im Allgemeinen keine Aetzerscheinungen; überdies sind sie fast immer von vielen ganz gut spiegelnden Flächen begrenzt, welche richtige Flächen des Krystalles sind, und welche genau parallel liegen mit den an der Oberfläche vorhandenen Formen des Krystalles. Hat man also einen Reflex einer Fläche eingestellt und betrachtet den Krystall bei vorgeschlagener Goniometerlupe, so sieht man, dass zusammen mit der Fläche sehr viele andere kleinere Flächen, welche an ganz verschiedenen Theilen des Krystalls, manchmal sehr tief in den Gruben gelegen, reflectiren. Im Reflexbilde bemerkt man zu gleicher Zeit keine Störung, so dass also alle diese Flächen einander parallel orientirt sind.

Der grösste Theil der Flächen ist ideal gut ausgebildet, und so gewöhnlich auch für Turmalin eine Streifung der Flächen von $\{100\}$ und der Prismenflächen ist, an diesem Krystall ist sie nicht zu beobachten; auch Vicinalflächen finden sich nur an zwei oder drei Flächen. Endlich ist die Oberfläche der Flächen, besonders am antilogen Pole, sehr glatt und ungestört, und ebenso deren Reflexe.

Der Krystall muss also, wie aus allen diesen Erscheinungen hervorgeht, bei seiner Bildung ganz eigenthümliche Verhältnisse gehabt haben, der Krystallisationsprocess muss so langsam und so ruhig vor sich gegangen sein, dass keine Störungen seine Flächen aus der parallelen Lage brachten. Davon hängt natürlich auch der grosse Reichthum der Flächen ab, welchen dieser Krystall hat.

Die Messungen des Krystalles haben eine ganz grosse Reihe von Formen ergeben, welche nur an diesem Krystalle zu beobachten sind. Fig. 3a, b, Taf. VIII, zeigt den Krystall mit idealer Ausbildung der Flächen. Es fehlen nur die Flächen der Formen

$$\{11.\bar{2}.2\}, \qquad \{\bar{1}\bar{8}.13.0\},$$

welche nur sehr klein ausgebildet sind, und deren Wiedergabe nur die Deutlichkeit der Zeichnung beeinträchtigt haben würde. Es ist dafür bei der Beschreibung der Formen genau angegeben, welche Kante die fehlende Form abstumpft. In der Prismenzone wurden ebenfalls nur die Flächen der Formen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{1\bar{1}0\}$ und $\{3\bar{2}\bar{1}\}$ gezeichnet, und die übrigen klein ausgebildeten Flächen der Deutlichkeit wegen weggelassen.

An dem Krystalle habe ich die folgenden Formen bestimmt:

Antiloger Pol:		Analoger Pol:	
$R\{100\}$	$\{10\bar11\}R$	$R'\{\bar100\}$	$\{\bar101\bar1\}R$
$p\{4\bar1\bar1\}$	$\{50\bar52\}\frac{5}{2}R$		
$d\{3\bar1\bar1\}$	$\{40\bar41\}4R$		
		$n'\{\bar10\bar1\}$	$\{0\bar11\bar2\}-\frac{1}{2}R$
$r\{2\bar12\}$	$\{01\bar11\}-R$		
$e\{1\bar11\}$	$\{02\bar21\}-2R$	$e'\{\bar11\bar1\}$	$\{0\bar22\bar1\}-2R$
		$N\{787\}$	$\{0\bar552\}-\frac{5}{2}R$
$c\{2\bar32\}$	$\{05\bar52\}-5R$		
		$m'\{\overline{10}.1.0\}$	$\{\overline{10}.\bar1.11.\bar9\}R\frac{11}{9}$
		$i'\{410\}$	$\{4\bar15\bar3\}R\frac{5}{3}$
		$c'\{\overline{10}.3.0\}$	$\{\overline{10}.\bar3.13.\bar7\}R\frac{13}{7}$
$q\{3\bar10\}$	$\{31\bar42\}R2$	$q'\{\bar210\}$	$\{\bar3\bar14\bar2\}R2$
$t\{2\bar10\}$	$\{21\bar31\}R3$	$t'\{\bar210\}$	$\{\bar2\bar13\bar1\}R3$
$h\{5\bar30\}$	$\{53\bar82\}R4$		
$u\{3\bar20\}$	$\{32\bar51\}R5$	$y'\{\bar750\}$	$\{\bar7.\bar5.12.\bar2\}R6$
		? $\{\overline{18}.13.0\}$	$\{\overline{18}.\overline{13}.31.\bar5\}R\frac{31}{5}$
		$L'\{\overline{15}.13.0\}$	$\{\overline{15}.\overline{13}.28.\bar2\}R14$
$\Sigma\{13.\overline{12}.0\}$	$\{13.12.\overline{25}.1\}R25$	$\Sigma'\{\overline{13}.12.0\}$	$\{\overline{13}.\overline{12}.25.\bar1\}R25$
		$T'\{\overline{18}.17.0\}$	$\{\overline{18}.\overline{17}.35.\bar1\}R35$
ch $\{20.\overline{19}.0\}$	$\{20.19.\overline{39}.1\}R39$		
		$\lambda'\{\bar20\bar1\}$	$\{\bar1\bar123\}\frac{2}{3}P2$
$\{11.\bar2.2\}$	$\{9.4.\overline{13}.11\}\frac{5}{11}R\frac{13}{5}$		
$w\{4\bar11\}$	$\{32\bar54\}-\frac{1}{4}R5$		
$x\{2\bar11\}$	$\{1232\}-\frac{1}{2}R3$		
$M\{3\bar22\}$	$\{14\bar53\}-R\frac{5}{3}$		
e $\{10.\bar7.7\}$	$\{3.14.\overline{17}.10\}-\frac{11}{10}R\frac{17}{11}$		
g $\{3\bar32\}$	$\{15\bar62\}-2R\frac{3}{2}$		
$v\{2\bar21\}$	$\{13\bar41\}-2R2$		
$\mu\{3\bar31\}$	$\{24\bar61\}-2R3$	$\mu'\{\bar33\bar1\}$	$\{246\bar1\}-2R3$
$ü\{13.\overline{13}.4\}$	$\{9.17.\overline{26}.4\}-2R\frac{13}{4}$		
$Z\{6\bar61\}$	$\{5.7.\overline{12}.1\}-2R6$		
B $\{9\bar75\}$	$\{4.12.\overline{16}.7\}-\frac{8}{7}R2$		
$A\{3\bar21\}$	$\{23\bar52\}-\frac{1}{2}R5$		
$E\{4\bar2\bar1\}$	$\{51\bar61\}4R\frac{3}{2}$		
$K\{5\bar3\bar1\}$	$\{62\bar81\}4R2$		
		$\{\overline{18}.9.2\}$	$\{\overline{20}.\bar7.27.\bar7\}\frac{13}{7}R\frac{27}{13}$
$j\{10\bar57\}$	$\{14.\bar5.4\}-\frac{3}{4}R\frac{5}{3}$		
$B\{5\bar42\}$	$\{12\bar31\}-R3$		

$\{2\bar1\bar1\}\infty R$

$\{9\bar5\bar4\}\infty P\frac{14}{13}$

$\{5\bar3\bar2\}\infty P\frac{8}{7}$

$\{3\bar{2}\bar{1}\}\infty P\frac{5}{4}$
$\{4\bar{3}\bar{1}\}\infty P\frac{7}{5}$
$\{1\bar{1}0\}\infty P2$
$\{\bar{2}11\}\infty R$
$\{\bar{9}54\}\infty P\frac{14}{13}$
$\{\bar{7}43\}\infty P\frac{11}{10}$
$\{\bar{5}41\}\infty P\frac{3}{2}$
$\{\bar{8}71\}\infty P\frac{5}{3}$
$\{98\bar{1}\}\infty P\frac{17}{16}$
$\{\bar{1}\bar{0}.9.1\}\infty P\frac{19}{11}$
$\{\bar{1}\bar{4}.13.1\}\infty P\frac{9}{5}$

Aus vorstehender Zusammenstellung der beobachteten Formen kann man die überaus complicirte Combination dieses einen Krystalles ersehen, besitzt er doch mehr als ein Viertel der bisher bekannten oder neuen Formen!

Es ist der complicirteste Turmalinkrystall überhaupt, welcher bisher bekannt geworden ist, und auch unter den anderen Mineralien dürfte es nicht viele geben, welche diesem ähnlich complicirte Krystalle aufweisen.

Im Nachstehenden sollen nun die Formen nach ihrem Zonenverbande angegeben werden. An dem antilogen Pole, welcher auch hier mehr, und, wie gewöhnlich, meistens andere Formen aufweist als der analoge, sind die herrschenden:

$\{100\}$	$\{10\bar{1}1\}\ R$
$\{1\bar{1}1\}$	$\{02\bar{2}1\}\ -2R$
$\{3\bar{2}0\}$	$\{32\bar{5}1\}\ R5$
$\{3\bar{1}\bar{1}\}$	$\{40\bar{4}1\}\ 4R$
$\{4\bar{1}\bar{1}\}$	$\{50\bar{5}2\}\ \frac{5}{2}R$
$\{2\bar{2}1\}$	$\{13\bar{4}1\}\ -2R2$
$\{2\bar{1}0\}$	$\{21\bar{3}1\}\ R3$
$\{2\bar{1}1\}$	$\{12\bar{3}1\}\ -\frac{1}{2}R3$

Alle andere Formen sind untergeordnet.

In der Zone der Trigonalpyramiden findet man hier $\{100\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$ in der positiven Reihe und $\{2\bar{1}2\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{2\bar{3}2\}$ in der negativen Reihe.

Die Flächen von $\{100\}$ sind sehr gut ausgebildet, ohne Wachsthumsindividuen und ohne die Streifung parallel der Kante $(100):(1\bar{1}1)$, welche für diese Turmaline so gewöhnlich ist.

$\{3\bar{1}\bar{1}\}$ zeigt zwei Flächen, welche sehr homogen sind, tadellose Reflexe und sehr genaue Messungen liefern, wie das Folgende zeigt:

	Beobachtet:		Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(3\bar{1}\bar{1}):(2\bar{1}\bar{1}) =$	25° 35,5′	25° 36′	25° 35,75′	25° 36,2′	0° 0,45′
$(3\bar{1}\bar{1}):(100)$	36 49,5	36 51	36 50,25	36 50,7	0 0,45

Eine einzige Fläche von $\{4\bar{1}\bar{1}\}$ ist schon etwas minder gut, giebt aber immer noch sehr genaue Messungen.

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(4\bar{1}\bar{1}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	37° 27,5′	37° 28,7′	0° 1,2′
$(4\bar{1}\bar{1}):(3\bar{1}\bar{1})$	11 52	11 52,5	0 0,5
$(4\bar{1}\bar{1}):(100)$	24 57,2	24 58,2	0 0,7

In der Reihe der negativen Pyramiden beobachten wir nur $\{1\bar{1}1\}$, $\{2\bar{1}2\}$ und $\{2\bar{3}2\}$. Zwei Flächen von $\{1\bar{1}1\}$ sind sehr gross und sehr gut ausgebildet und scharf messbar, während eine Fläche von $\{2\bar{1}2\}$ nur sehr schmal ist, da ihre Kante in der Zone $(100):(2\bar{1}2)$ durch eine Fläche von $\{10.\bar{5}.7\}$ abgestumpft wird.

Die Fläche $(2\bar{1}2)$, sowie die Fläche $(10.\bar{5}.7)$ sind etwas gerundet, geben aber ganz gute Reflexe und nur um einige Minuten differirende Messuugen.

Die Form $\{2\bar{3}2\}$ ist hier sehr originell ausgebildet, ihre Fläche stumpft nämlich nicht die Kante $(1\bar{1}1):(1\bar{2}1)$ ab, sondern liegt in einer Vertiefung auf der Fläche des Prismas. Sie ist aber gut ausgebildet und gehört ohne Zweifel zu dieser Form.

Bedeutend reicher ist der Krystall hinsichtlich der ditrigonalen Pyramiden. Wie aus der Zusammenstellung der Formen (s. S. 361) zu ersehen, hat er an dem antilogen Pole 22 verschiedene ditrigonale Pyramiden, was für einen Krystall sehr viel ist.

In der Zone $(100):(010)$ finden wir sechs Formen, unter denen besonders stark entwickelt die Formen $\{2\bar{1}0\}$ und $\{3\bar{2}0\}$ sind. Wie gewöhnlich finden sich auch an diesem Krystalle, obgleich er an dem analogen Pole so viele Flächen hat, an diesem Pole keine Flächen von $\{\bar{3}20\}$ auftretend. Die Form $\{2\bar{1}0\}$ bemerkte ich aber, wie gewöhnlich, an den beiden Enden.

Von den Flächen von $\{3\bar{2}0\}$ sind nur zwei sehr glänzend und homogen, die dritte aber, obgleich gross, giebt ein ganz unbrauchbares, vielfaches Reflexbild in Folge unebener und etwas muscheliger Beschaffenheit. Von den $\{2\bar{1}0\}$-Flächen ist eine besonders interessant. Ihre Oberfläche ist ganz von den erwähnten Gruben bedeckt, und beim Reflectiren dieser Fläche beobachtet man ganz kleine glänzende Felder, welche von einander durch die Gruben getrennt sind; gleichzeitig reflectiren aber auch viele andere Flächen, welche der eigenthümlichen Structur des Krystalles wegen in ganz verschiedenen Theilen liegen, manche so tief in den Grübchen, dass sie nur bei einer gewissen Stellung des Krystalles bemerkt werden können. Das Reflexbild aller ist aber ganz ungestört und zeigt, dass alle diese einzelnen Flächen von $\{2\bar{1}0\}$ einander genau parallel orientirt sind.

Die Flächen der Formen $\{3\bar{1}0\}$ und $\{5\bar{3}0\}$ sind sehr schmal, so dass sie nur mit der Lupe zu bemerken sind. In Fig. 3a, Taf. VIII sind sie bedeutend grösser gezeichnet.

Die Flächen der beiden letzten Formen in dieser Zone, $\{13.\bar{1}\bar{2}.0\}$ und $\{20.\bar{1}\bar{9}.0\}$, sind sehr klein. Obgleich die Indices ziemlich complicirt sind, sind die Formen doch mit aller Sicherheit festzustellen, da die zwei Messungen ergeben haben:

	Beobachtet:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(1\bar{1}0):(13.\bar{1}\bar{2}.0)$ =	5° 13′—5° 14′	5° 13,5′	5° 13,6′	0° 0,1′
$(1\bar{1}0):(20.\bar{1}\bar{9}.0)$	—	3 24	3 21,5	0 2,5

Die Reflexe sind so gut, dass Wiederholungen der Ablesungen nicht mehr als 0° 1′ bis 0° 1,5′ Minuten Differenz geben, und die beiden Formen also ohne Zweifel richtig sind. Sie sind für Turmalin neu.

In der Zone $(100):(1\bar{1}1)$, zwischen (100) und $(1\bar{1}1)$, liegen folgende vier Formen:

$\{4\bar{1}1\}$ $\{32\bar{5}4\}$ $\frac{1}{4}R5$

$\{2\bar{1}1\}$ $\{12\bar{3}2\} - \frac{1}{2}R3$

$\{3\bar{2}2\}$ $\{14\bar{5}3\} - R\frac{5}{3}$

$\{10.\bar{7}.\bar{7}\}$ $\{3.14.\bar{1}\bar{7}.10\} - \frac{11}{10}R\frac{17}{11}$.

Von diesen Formen sind am stärksten entwickelt die Flächen von $\{2\bar{1}1\}$, welche im Allgemeinen zu den herrschenden Formen des antilogen Poles gehört. Zwei dieser Flächen sind vorzüglich ausgebildet, was bei diesen Turmalinen ziemlich selten vorkommt, meist sind sie matt oder parallel der Kante $(100):(2\bar{1}1)$ gestreift. Aehnlich gut ausgebildete Flächen von $\{2\bar{1}1\}$ besitzt nur noch der Krystall Nr. 13 (s. S. 356, Fig. 10).

Diese Beschaffenheit einer Fläche erleichterte auch die Bestimmung einer seltenen Form, welche die Kante $(2\bar{1}1):(2\bar{1}2)$ abstumpft und für welche das Symbol $\{10.5.7\}$, $\{14\bar{5}4\}$ bestimmt wurde; sie ist für Turmalin neu.

Die Flächen $\{4\bar{1}1\}$ sind sehr schmal und dadurch minder genau messbar. Eine bessere Fläche 1. und eine zweite schlechtere 2. ergab:

	1.	2.	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(4\bar{1}1):(100)$ =	11° 9,5′	10° 41′	10° 55$\frac{1}{4}$′	11° 19′	0° 23$\frac{3}{4}$′
$(4\bar{1}1):(2\bar{1}1)$	10 30,5	11 11	10 50$\frac{3}{4}$	10 30$\frac{3}{4}$	0 20

Die beiden Flächen gehören jedenfalls zu dieser Form. Die zweite Fläche ist mit Verkleinerungsocular gemessen.

Besonders interessant war die Feststellung der Form $\{3\bar{2}2\}$ an diesem Krystalle, da diese im Allgemeinen zu den seltensten des Turmalins gehört. Ihre Ausbildung ist ziemlich schlecht und gestattet keine genauen Messungen anzustellen. Sie wurde zwei Mal mit verkleinerndem Ocular mit folgendem Resultate gemessen:

	Grenzen: 1. — 2.	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
$(3\bar{2}2):(100)$ =	27° 34′—27° 50′	27° 42′	28° 6,3′	0° 24,3′
$(3\bar{2}2):(1\bar{1}1)$	11 8 —10 46,5	10 57,5	10 35,7	0 21,8

Trotz dieser schlechten Werthe glaube ich aber doch, dass hier ohne Zweifel eine Fläche der Form $\{3\bar{2}2\}$ vorliegt. Die zweite Messung stimmt verhältnissmässig gut mit dem berechneten Werthe und giebt nur 0° 16,3′ und 0° 10,8′ Differenz, was für eine schlechte Fläche noch als befriedigend gelten kann. Diese seltene Form hat sich an den ceylonischen Turmalinen nur an diesem Krystalle Nr. 22 (mit einer Fläche) auffinden lassen.

Die Form $\{10.\bar{7}.7\}$ ist ebenfalls schlecht ausgebildet, doch ist sie bedeutend besser als $\{3\bar{2}2\}$.

Die letzte Form endlich in dieser Zone ist $\{11.\bar{2}.2\}$, welche ihrer minderen Ausbildung wegen nur mit verkleinerndem Ocular gemessen werden konnte.

In derselben Zone, aber zwischen $\{1\bar{1}1\}$ und $\{0\bar{1}1\}$, findet man die folgenden Formen:

$\{3\bar{3}2\}$	$\{15\bar{6}2\} - R_{2}^{3}$
$\{2\bar{2}1\}$	$\{13\bar{4}1\} - 2R2$
$\{3\bar{3}1\}$	$\{24\bar{6}1\} - 2R3$
$\{13.\bar{13}.4\}$	$\{9.17.\bar{26}.4\} - 2R_{4}^{13}$
$\{6\bar{6}1\}$	$\{5.7.\bar{12}.1\} - 2R6.$

Dieser Theil der Zone ist also auch flächenreich.

Die Formen $\{2\bar{2}1\}$ und $\{3\bar{3}1\}$ sind am besten ausgebildet. Eine Fläche von $\{2\bar{2}1\}$ ist hier grösser, als an jedem anderen Krystalle, und herrschende Form. Sie giebt, da ihre Oberfläche ganz homogen und ungestört ist, sehr gute Reflexe und vorzügliche Messung, nämlich:

	Beobachtet:	Berechnet:	Diff.:
$(2\bar{2}1):(1\bar{1}1) =$	19° 19,5′	19° 19,9′	0° 0,4′

Der Theil des Krystalles, wo sich diese Fläche findet, ist im Allgemeinen der interessanteste, weil auf diesem ein ganzer Complex von sehr seltenen oder neuen Formen, dazu sehr gut ausgebildeten, wie: $\{2\bar{2}1\}$, $\{3\bar{3}1\}$, $\{9\bar{7}5\}$, $\{3\bar{2}1\}$, $\{4\bar{2}\bar{1}\}$, $\{5\bar{3}\bar{1}\}$, $\{10.\bar{5}.7\}$, zusammengedrängt ist.

Sie sind alle gleich gut und glänzend. Ein von Des Cloizeaux beschriebener Krystall bildet nach der Zeichnung eine ungefähr gleiche Combination.

Die andere Fläche von $\{2\bar{2}1\}$ ist nur untergeordnet und überdies ganz matt, was bedauerlicher Weise die Feststellung einer neben ihr liegenden, sehr interessanten Fläche von $\{5\bar{4}2\}$, welche ebenfalls matt ist, erschwerte.

Die Form $\{3\bar{3}1\}$ zeigt auch gute und grosse Flächen, ist aber nicht so herrschend an dem Krystall, wie $\{2\bar{2}1\}$.

Die anderen Formen in dieser Zone sind nur ganz untergeordnet. Noch etwas besser ist eine einzige Fläche von $\{3\bar{3}2\}$, während die einzigen Flächen von $\{13.\bar{13}.4\}$ und von $\{6\bar{6}1\}$ ganz schlecht und klein sind, so dass sie deshalb an dem Krystalle erst bei der Messung zu bemerken sind.

Wir kommen nun zu den Formen, welche sehr selten sind und in solchen Zonen liegen, welche beim Turmalin überhaupt fast niemals zu beobachten sind. Wir beginnen mit den Formen der Zone $[1\bar{1}0, 3\bar{1}\bar{1}, 20\bar{1}, 11\bar{1}]$. In dieser Zone finden wir, ausser den gewöhnlichen Formen, noch zwei zwischen $\{11\bar{1}\}$ und $\{20\bar{1}\}$ gelegene, nämlich

$$\{95\bar{7}\},\ \{16.\bar{1}\bar{2}.\bar{4}.7\},\ -\tfrac{8}{7}R2$$
$$\{31\bar{2}\},\ \{5\bar{3}\bar{2}2\},\ -\tfrac{1}{2}R5$$

und zwei zwischen $\{1\bar{1}0\}$ und $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, nämlich

$$\{4\bar{2}1\},\ \{51\bar{6}1\},\ 4R\tfrac{3}{2}$$
$$\{5\bar{3}1\},\ \{62\bar{8}1\},\ 4R2\ .$$

Alle vier Formen sind sehr selten. Die ersten zwei sind von Des Cloizeaux an einem ceylonischen Turmalin aufgefunden, die dritte hat D'Achiardi an den Elbaner Turmalinen beobachtet. Die vierte scheint neu zu sein.

Von den beiden ersten Formen ist $\{31\bar{2}\}$ bedeutend besser ausgebildet. Eine von ihren Flächen ist so gross, dass sie zu den herrschenden gezählt werden kann, bei ganz tadelloser Ausbildung.

Die Fläche liegt ausser in dieser Zone noch in einer wichtigen anderen, nämlich in $[100, 21\bar{2}, 11\bar{2}]$ und wird hier von den Flächen der Formen $\{95\bar{7}\}$, $\{7.10.\bar{7}\}$, $\{12\bar{1}\}$, $\{12\bar{2}\}$, $\{14\bar{1}\}$, $\{010\}$ und $\{02\bar{1}\}$ begrenzt.

Der Krystall Nr. 22 ist der einzige, an dem ich diese Form gefunden habe, sie ist demnach sehr selten. Es mag hier angeführt werden, dass S. Glinka einen Turmalinzwilling von Nertschinsk beschreibt, welcher nach seinen Messungen ein Zwilling nach $\{3\bar{2}1\}$ ist. Es ist jedenfalls eigenthümlich, dass ein Krystall ein so complicirtes Zwillingsgesetz hat.

Die andere Form in derselben Zone, nämlich $\{9\bar{7}5\}$ ist weniger gut ausgebildet, giebt aber noch so gute Reflexe, dass sie festgestellt werden konnte.

In derselben Zone liegen zwischen $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{1\bar{1}0\}$ zwei Formen $\{4\bar{2}1\}$ und $\{5\bar{3}\bar{1}\}$. D'Achiardi hat erstere Form beobachtet, hat sie jedoch nur durch Zonen bestimmen können. Sie liegt in den zwei Zonen $[3\bar{1}\bar{1}, 1\bar{1}0]$ und $[2\bar{1}\bar{1}, 2\bar{1}0]$.

Im Gegentheile hierzu hat Krystall 22 der Sammlung von Dr. Grünling ganz gut spiegelnde Flächen, welche sehr gute Messungswerthe gegeben.

Die zweite Form $\{5\bar{3}\bar{1}\}$ zeigt ebenfalls eine Fläche, welche gleich der vorigen genaue Messungen giebt.

Bei diesen vier so seltenen Formen ist es merkwürdig, dass ein Krystall so viele und dazu grosse Flächen solcher seltenen Formen besitzt. Es scheint dies darauf hinzudeuten, dass die Verhältnisse, bei welchen

der Krystall sich gebildet hat, ganz besondere gewesen sein müssen, als gewöhnlich beim Turmalin. Es mag hier an die in letzter Zeit erschienenen Arbeiten von Weyberg und Wulff über die Krystallisation erinnert werden, welche gezeigt haben, wann wir seltene Formen an einem Krystalle bekommen können. Es ist immer dann der Fall, wenn die Stoffzufuhr der Krystalle eine ungenügende ist; dann fangen die gewöhnlich nur untergeordnet auftretenden Formen sich zu entwickeln an, und am Ende können wir ganz gute Flächen von den seltensten Formen bekommen. Die Experimente zeigen dies ganz klar. Wahrscheinlich waren die Umstände bei der Krystallisation dieser Turmaline ähnliche, indem entweder zu wenig Substanz zugeführt wurde, wegen einer zu geringen im Gesteine vorhandenen Menge, oder aber das Gestein war zwar sehr reich an Turmalinsubstanz, aber die Temperatur fiel so langsam, dass nur ein geringer Theil aus dem Magma auskrystallisiren konnte. In beiden Fällen natürlich wäre die Hauptsache eine ungenügende Substanzzufuhr der Krystalle, wenn auch die Ursache eine verschiedene wäre.

Vielleicht wäre dadurch eine solche Combination der seltensten Formen an einem Krystalle zu erklären, wie sie dieser Krystall darbietet.

Es bleiben noch zwei Formen übrig, welche an dem antilogen Pole beobachtet wurden. Die erste ist $\{5\bar{4}2\}$.

Die Form ist schon früher als fraglich von Des Cloizeaux angegeben worden. An Turmalinkrystallen aus den Pyrenäen fand er bei seinen Messungen eine ganze Reihe von unsicheren Formen, welche alle wegen schlechter Flächenbeschaffenheit nicht genau bestimmbar waren. Unter diesen Formen finden wir auch $\{5\bar{4}2\}$, doch stimmen seine Messungen schlecht mit den berechneten Werthen. An dem vorliegenden Krystalle habe ich eine Fläche beobachtet, welche zwar leider ganz matt war und keine Reflexe ergab. Ihre grosse Ausbildung aber und die Schärfe ihrer Kanten mit benachbarten Flächen erlaubte festzustellen, dass die Fläche in zwei Zonen liegt, nämlich in $[2\bar{1}\bar{1}, 3\bar{2}0]$ und $[100, 2\bar{2}1]$. Also ist sie $\{5\bar{4}2\}$.

Die letzte Form ist $\{10.\bar{5}.7\}$. Sie giebt eine sehr gut reflectirende Fläche in der Zone $[2\bar{1}1, 2\bar{1}2]$.

Der analoge Pol hat ebenfalls eine sehr complicirte Combination.

Unter den Trigonalpyramiden finden wir, wie gewöhnlich, sehr gross ausgebildete Flächen von $\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ und $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, aber nicht ganz so gut, wie an dem antilogen Pole. Eine Fläche von $\{\bar{1}00\}$ zeigt eine grosse muschelähnliche Vertiefung und sehr grobe Streifung parallel $[\bar{1}00, \bar{1}0\bar{1}]$.

Zusammen mit diesen gewöhnlichen Pyramiden finden wir eine Fläche der nur ein Mal beobachteten Pyramide $\{\bar{7}8\bar{7}\}$. Wie die Messungen zeigen (S. 390), ist die Form ohne allen Zweifel. Die Fläche ist sehr gut ausgebildet und giebt ein ganz gutes Reflexbild. In der Hauptzone $[\bar{1}00, 0\bar{1}0]$

finden wir an diesem Krystalle eine ganze Reihe von Formen, nämlich zehn verschiedene Ditrigonalpyramiden und eine Pyramide zweiter Art, $\{\bar{2}0\bar{1}\}$, $\{\bar{1}\bar{1}2\bar{3}\}$.

Die Ditrigonalpyramiden sind sehr gut ausgebildet, besonders die Formen $\{\bar{3}10\}$, $\{\bar{2}10\}$, $\{\bar{7}50\}$, welche herrschend sind.

Besonders interessant ist, dass eine so seltene Form wie $\{\bar{7}50\}$, welche an keinem anderen Krystalle beobachtet wurde, hier sehr gross und glänzend ist. Sie liegt aber sehr eigenthümlich. Wir beobachten hier nämlich eine spaltenähnliche Vertiefung, welche durch den ganzen Krystall an dem analogen Pole geht. Von der einen Seite ist diese kanalähnliche Vertiefung von einer guten Fläche $\{\bar{1}00\}$ gebildet, während die andere Seite von einer anderen Fläche $\{\bar{1}00\}$, sodann von $\{\bar{2}10\}$, $\{\bar{7}50\}$, $\{\overline{11}.9.0\}$ und endlich von Prismenflächen begrenzt ist. Alle diese Flächen sind sehr gut ausgebildet, gross und geben tadellose Reflexbilder.

Unter diesen Flächen sind besonders gross diejenigen von $\{\bar{3}10\}$ und $\{\bar{2}10\}$. Die von $\{\bar{3}10\}$ ist ganz matt, giebt aber ein deutliches Reflexbild, da sie sehr eben ist.

Die Form $\{\bar{4}10\}$, welche für den analogen Pol so gewöhnlich ist, ist hier im Gegentheile sehr schwach ausgebildet.

Die Pyramide der zweiten Art $\{\bar{2}0\bar{1}\}$ ist dagegen sehr gut ausgebildet und hat zwei Flächen. Beide liegen in den Vertiefungen auf den Flächen von $\{\bar{1}00\}$. Die erste Fläche liegt so tief, dass sie nur mit sehr kleinem Incidenzwinkel zu messen ist. Neben ihr liegt in derselben Zone noch eine Fläche, aber noch tiefer und dadurch unmessbar.

Die Form $\{\bar{3}3\bar{1}\}$, welche nur an diesem Krystalle beobachtet wurde, ist sehr gut ausgebildet. Die zweite Fläche derselben Form liegt sehr stark aus der Zone abweichend.

In der ganz seltenen Zone $[\bar{2}11, \bar{2}10]$ liegt eine neue Form $\{\overline{18}.9.2\}$, welche aber, obgleich sie ziemlich gut ausgebildet ist und zwei Mal gemessen wurde, eine grosse Differenz ergiebt (s. S. 346).

In der Prismenzone finden wir hier eine ganze Reihe von Formen. Die Zone ist überhaupt bei diesem Krystalle sehr interessant. Erstens sind die Flächen der Prismen gar nicht gestreift (mit Ausnahme von einigen), was für Turmalin sehr selten ist. Dadurch bekommen wir sehr genaue Werthe. Als Beispiel möge die Reihe von Messungen der Flächen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{1\bar{1}0\}$ dienen (für 180°)

$(10\bar{1})$ =	0° 0′
$(11\bar{2})$	30 0
$(01\bar{1})$	60 0,5
$(\bar{1}2\bar{1})$	90 1

$$
\begin{array}{ll}
(\bar{1}10) = & 120^{0}\,1' \\
(\bar{2}11) & 150\ \ 1 \\
(\bar{1}01) & 180\ \ 2
\end{array}
$$

Wie man sieht, sind alle Winkel gleich 30⁰ und die Differenz ist höchstens 0⁰1′.

Die Prismenflächen sind meistens mit Vertiefungen bedeckt (s. S. 359—360), so dass von einigen nur einzelne Punkte übrig geblieben sind, welche auf den Spitzen der Hügel zwischen den Vertiefungen liegen. Die Reflexe sind aber immer ungestört und nur zwei Flächen geben jede zwei Reflexe, welche von einander um 0⁰12′ und 0⁰9′ differiren.

Ausser den gewöhnlichen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{1\bar{1}0\}$ finden sich hier noch viele seltenere Formen und neue. Am besten ist von den ditrigonalen Prismen natürlich $\{3\bar{2}\bar{1}\}$ ausgebildet. Die Flächen desselben sind ebenso gross entwickelt, wie diejenigen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{1\bar{1}0\}$. Alle anderen sind nur schmal.

Wie sich aus der Beschreibung der Formen ergiebt, ist dieser Krystall krystallographisch sehr interessant. Nicht allein, dass er ganze Reihen neuer Formen ergeben hat, sondern auch viele seltene, welche nur an ihm allein zu beobachten sind, überdies ist er noch durch seine originelle Structur von allen anderen ausserordentlich verschieden.

Krystall **Nr. 23** ist dadurch interessant, dass er eine ganze Reihe von trigonalen Pyramiden, von welchen viele neu sind, aufweist. Der Krystall ist sehr gross, und seine Oberfläche eben so beschaffen wie bei Nr. 22 (s. S. 359—360). Der Krystall (s. Fig. 18, Taf. IX) zeigt folgende Combination:

Antiloger Pol:	Analoger Pol:
$\{211\}\frac{1}{4}R$	
$R\{100\}R$	$R'\{\bar{1}00\}R$
$i\{5\bar{1}\bar{1}\}2R$	
$p\{4\bar{1}\bar{1}\}\frac{5}{2}R$	
$k\{11.\bar{3}.\bar{3}\}\frac{14}{5}R$	
$F\{7\bar{2}\bar{2}\}3R$	
$d\{3\bar{1}\bar{1}\}4R$	
$\{5\bar{2}\bar{2}\}10R$	
$n\{101\}-\frac{1}{2}R$	$n'\{\bar{1}0\bar{1}\}-\frac{1}{2}R$
$r\{2\bar{1}2\}-R$	
$e\{1\bar{1}1\}-2R$	$e'\{\bar{1}1\bar{1}\}-2R$
$\psi\{4\bar{5}4\}-3R$	
$c\{2\bar{3}2\}-5R$	
	$\{\bar{4}7\bar{4}\}-11R$
	$f'\{\bar{6}10\}R\frac{7}{5}$
	$\varrho'\{\bar{4}10\}R\frac{5}{3}$

Antiloger Pol:		Analoger Pol:
$t\{2\bar{1}0\}R3$		$t'\{\bar{2}10\}R3$
$u\{3\bar{2}0\}R5$		
$w\{4\bar{1}1\}\frac{1}{4}R5$		
$\tau\{3\bar{1}1\}\frac{4}{3}P2$		
$x\{2\bar{1}1\}-\frac{1}{2}R3$		
$\pi\{7\bar{2}1\}\frac{1}{2}R3$		
	$s\{2\bar{1}\bar{1}\}\infty R$	
	$\vartheta\{3\bar{2}\bar{1}\}\infty P\frac{5}{4}$	
	$b\{1\bar{1}0\}\infty P2$	
	$s'\{\bar{2}11\}\infty R$	

Besonders bemerkenswerth ist das Auftreten gut glänzender Flächen von so einfachen neuen Formen wie $\{5\bar{1}\bar{1}\}$, $\{11.\bar{3}.3\}$, $\{7\bar{2}\bar{2}\}$, $\{4\bar{5}4\}$, welche an keinem anderen Krystalle so gut ausgebildet sind.

Nr. 25 der Sammlung ist ein ganz eigenthümlicher Krystall. An seinem antilogen Pole hat er nur eine ganz einfache Combination, während im Gegentheile hierzu der analoge Pol eine sehr grosse Reihe von Formen in der Zone $[\bar{1}00, 0\bar{1}0]$ aufweist. Dieser Krystall ist das beste Beispiel für die Erscheinung, dass der analoge Pol überhaupt nur in der Zone $[\bar{1}00, 0\bar{1}0]$ eine sehr reiche Formenentwickelung zeigt, die anderen Zonen aber immer einfach und flächenarm erscheinen. Er zeigt folgende Formen:

Antiloger Pol:		Analoger Pol:
$\{100\}R$		$\{\bar{1}00\}R$
$\{101\}-\frac{1}{2}R$		$\{\bar{1}0\bar{1}\}-\frac{1}{2}R$
$\{1\bar{1}1\}-2R$		$\{11\bar{1}\}-2R$
		$\{\bar{6}10\}R\frac{7}{5}$
		$\{\bar{1}\bar{1}.3.0\}R\frac{7}{4}$
		$\{\bar{3}10\}R2$
		$\{\bar{8}30\}R1\frac{1}{5}$
$\{2\bar{1}0\}R3$		$\{\bar{2}10\}R3$
		$\{\bar{9}50\}R\frac{7}{2}$
$\{3\bar{2}0\}R5$		$\{\bar{3}20\}R5$
		$\{\bar{4}30\}R7$
		$\{\bar{5}40\}R9$
	$\{2\bar{1}\bar{1}\}\infty R$	
	$\{1\bar{1}0\}\infty P2$	
	$\{\bar{2}11\}\infty R$	

Krystall **Nr. 26** (Fig. 21, Taf. X) ist interessant durch eine sehr gute Ausbildung der Formen $\{2\bar{1}2\}$ und $\{5\bar{4}5\}$. Die Form $\{2\bar{1}2\}$ zeigt zwei sehr grosse Flächen, welche grösser sind als diejenigen von $\{1\bar{1}1\}$. Eine von ihnen ist matt und uneben, die andere ist sehr glänzend, giebt aber nur ein gestörtes Reflexbild.

Die Form $\{5\bar{4}5\}$ hat nur eine einzige, doch ziemlich gut ausgebildete Fläche. Sie stumpft die Kante $(1\bar{1}1):(2\bar{1}2)$ ab. Da diese beiden letzten Flächen ganz schlechte Reflexe geben, wurde die Form $\{5\bar{4}5\}$ durch ihre Lage in den Zonen $(1\bar{1}1):(111)$ und $(1\bar{1}2):(2\bar{1}\bar{1})$ bestimmt. Zu diesen Flächen kommen noch, wie die Figur zeigt, $\{1\bar{1}1\}$ untergeordnet, $\{2\bar{1}1\}$ und eine sehr schmale Fläche von $\{3\bar{1}\bar{1}\}$.

Der analoge Pol zeigt $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ und wahrscheinlich noch $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, aber nur sehr schwach ausgebildet.

Krystall **Nr. 28** besitzt sehr interessante Formen. Erstens $\{13.\bar{2}.13\}$, welche durch eine, aber sehr gut ausgebildete Fläche vertreten ist (s. Fig 19, Taf. X). Eine sehr grosse Fläche von $\{2\bar{1}2\}$ zeigt sehr merkwürdige Wachsthumserscheinungen, welche auf S. 307 beschrieben wurden.

Endlich zeigt dieser Krystall sehr deutlich und gut ausgebildet die Form $\{12.\bar{1}.1\}$, welche durch eine sehr gute Fläche vertreten ist (sie fehlt in der Figur), und dann eine kleine, aber gut bestimmbare Fläche von $\{7\bar{4}4\}$.

Krystall **Nr. 31** ist ein sehr schöner Krystall, welcher durch eine höchst stark ausgeprägte Verzerrung ausgezeichnet ist (Fig. 7, Taf. IX). Obgleich die Combination dieses Krystalles eine sehr einfache ist, so ist es dennoch gar nicht leicht, ihn ohne näheres Studium richtig zu stellen.

Nr. 41 ist der einzige Krystall, an welchem wir die Form $\{\bar{2}1\bar{1}\}$, $\{\bar{1}01\bar{4}\}$ finden, und dazu sehr stark ausgebildet (s. Fig. 15, Taf. IX). Der Krystall ist sehr gross und tiefbraun gefärbt. Die Combination ist: am antilogen Pole $\{111\}$, $\{100\}$, $\{101\}$, $\{1\bar{1}1\}$, am analogen $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{2}1\bar{1}\}$, $\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, Prismenzone $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{\bar{2}11\}$. Alle Flächen am analogen Pole sind ganz matt, so dass sie kaum Reflexe geben, die Flächen des antilogen Poles sind überhaupt sehr uneben, gestört, und erlauben keine genauen Messungen.

Krystall **Nr. 46** ist ein 11×19 mm grosser dunkelbrauner Turmalin. Seine Combination (Fig. 16, Tafel IX) zeigt zwei auch für dieses Vorkommen seltene Formen. Die erste ist $\{311\}$, welche für Turmalin neu ist, und die zweite $\{3\bar{2}3\}$, welche für Turmalin überhaupt selten ist.

Die erste Form ist durch eine ziemlich grosse aber stark gestreifte Fläche vertreten. Die Streifung geht parallel der Kante $(111):(311)$. Die Form $\{3\bar{2}3\}$ ist ebenfalls mit nur einer Fläche vertreten, welche aber so gross und so gut ausgebildet ist, dass sie zu den herrschenden Formen an diesem Krystalle gehört. An keinem anderen Krystalle wurde diese Form so gut ausgebildet angetroffen. Ausser diesen zwei interessanten Flächen ist dieser Krystall noch durch seine merkwürdige Structur bemerkenswerth. Er zeigt eine ausserordentlich scharf ausgebildete Schichtenbaustructur, bei welcher die Schichten parallel den Flächen von $\{100\}$ aufeinander gelagert sind.

Wie ein näheres Studium zeigt, sind hier die einzelnen Schichtenindividuen so gebaut, dass ihre herrschende Fläche parallel {100} liegt, an den Seiten sind sie von Flächen {101} begrenzt, oben durch {111}. Die Schichten sind manchmal sehr dick und deutlich, bisweilen aber auch sehr fein. Diese Structur bedingt nun eine ganze Reihe von verschiedenen Streifungen, welche an den Flächen von {100} des antilogen Pols ganz ungewöhnlich sind. Ein System der Streifung geht nämlich parallel der Combinationskante (111) : (100) und hängt von der alternirenden Wiederholung der Flächen {100} und {111} ab. {111} selbst ist ebenfalls parallel einer von den drei Combinationskanten mit {100} stark gestreift, die Fläche von {311} ebenso.

Die beiden anderen Systeme der Streifung gehen parallel der Combinationskante {100} : {101} und werden bedingt durch eine Wiederholung der Flächen von {100} und {101}, welche die Schichtenlamellen zeigen.

Die gewöhnliche Streifung parallel der Combinationskante (100) : (1$\bar{1}\bar{1}$) ist hier gar nicht zu bemerken. Dadurch sehen die Flächen von {100} und {101} mehr den Flächen {$\bar{1}$00} und {$\bar{1}$0$\bar{1}$} ähnlich, welche im Allgemeinen die Streifung parallel {$\bar{1}$00} : {$\bar{1}$0$\bar{1}$} zeigen. In dieser Beziehung ist das der einzige Krystall in der Sammlung, wo diese Erscheinung so deutlich bemerkbar ist.

Krystall **Nr. 61** ist einer der verzerrtesten Krystalle in der ganzen Sammlung (s. Fig. 14, Tafel IX). Er zeigt keine grosse Reihe von Formen, doch ist die Combination ganz interessant.

Krystall **Nr. 65** ist der einzige, an welchem die Formen {3$\bar{2}$0} und {2$\bar{3}$2} so stark ausgebildet sind, dass der Krystall ein ganz merkwürdiges Aussehen erhält (Fig. 26, Tafel X), ausserdem zeigt er eine neue Form {3$\bar{5}$3}.

Krystall **Nr. 67** ist einer der interessantesten und auch complicirtesten Krystalle der Sammlung. Leider aber sind die Flächen schlecht ausgebildet, sodass viele von ihnen ganz unmessbar sind; immerhin war es möglich, eine grosse Reihe von Formen genau zu bestimmen.

Beim ersten Anblick scheint der Krystall dem Turmalin gar nicht ähnlich, gleicht vielmehr einem Axinit. Die Combination ist so merkwürdig und complicirt, dass es erst nach einer Anzahl Messungen möglich war, den Krystall richtig zu stellen. Ohne Zweifel sind hier folgende Formen vorhanden:

Antiloger Pol:	Analoger Pol:
{111} $0R$	
{411} $\frac{1}{2}R$	
{100} R	{$\bar{1}$00} R
{9$\bar{1}\bar{1}$} $\frac{10}{7}R$	
{41$\bar{1}$} $\frac{5}{2}R$	
{10.3.$\bar{3}$} $\frac{13}{4}R$	

Antiloger Pol:		Analoger Pol:
$\{3\bar{1}\bar{1}\}4R$		
$\{5\bar{2}\bar{2}\}7R$		
$\{101\}-\frac{1}{2}R$		$\{\bar{1}0\bar{1}\}-\frac{1}{2}R$
$\{2\bar{1}2\}-R$		
$\{3\bar{2}3\}-\frac{5}{4}R$		
$\{1\bar{1}1\}-2R$		$\{\bar{1}1\bar{1}\}-2R$
		$\{3\bar{4}3\}-\frac{7}{2}R$
		$\{\bar{8}.13.\bar{8}\}-7R$
		$\{\bar{4}10\}R\frac{5}{3}$
$\{3\bar{1}0\}R2$		
$\{2\bar{1}0\}R3$		$\{\bar{2}10\}R3$
$\{3\bar{2}0\}R5$		
		$\{\bar{5}40\}R9$
$\{2\bar{2}1\}-2R2$		
	$\{2\bar{1}\bar{1}\}\infty R$	
	$\{1\bar{1}0\}\infty P2$	
	$\{\bar{2}11\}\infty R$	

Der Krystall gehört also zu den complicirtesten. Was an seiner Combination merkwürdig erscheint, ist, dass die Flächen von $\{100\}$ kaum bemerkbar sind und nur mit Hülfe des Goniometers constatirt werden können, während im Gegentheil viele seltene Formen, z. B. $\{411\}$, $\{10.\bar{3}.\bar{3}\}$, ganz gross ausgebildet sind. Zu den oben gegebenen Formen kämen wahrscheinlich noch einmal so viel, welche aber wegen ihrer schlechten Ausbildung ganz unbestimmbar sind.

An dem analogen Pole treten zwei interessante Formen auf, nämlich $\{3\bar{4}3\}$ und neu $\{\bar{8}.13.\bar{8}\}$.

Ausser diesen besonders interessanten Exemplaren sind natürlich noch eine ganze Menge anderer vorhanden, welche theilweise schon an anderen Stellen beschrieben wurden, theilweise nur ganz speciell für irgend eine Form in Betracht kommen. Hier wurden überhaupt nur die besten Krystalle der Sammlung genannt. Die grosse Anzahl Krystalle mit den seltensten Formen und Combinationen berechtigt wohl, diese Sammlung ohne Zweifel als die beste aller bisher bekannt gewordenen von ceyloner Turmalinen zu bezeichnen.

Axenverhältniss und Winkeltabelle.

Zur Bestimmung des Axenverhältnisses wurden nur solche Krystalle ausgewählt, deren Flächen keine Störungen zeigten und gute Reflexe lieferten. Unter den wichtigsten Winkeln sind besonders geeignet zur Berechnung $(100):(001)$, $(100):(111)$, $(100):(1\bar{1}1)$ und $(1\bar{1}1):(11\bar{1})$. Davon sind die beiden letzten weniger genau bestimmt, weil die Streifung der Flächen von

{100} bei der Messung von (100):(1$\bar{1}$1) einen ungünstigen Einfluss ausübte, und was die Messungen von (1$\bar{1}$1):(11$\bar{1}$) betrifft, so war es bei der Grösse der meisten Krystalle schwer, die Reflexe zweier Flächen von {1$\bar{1}$1} in das Gesichtsfeld zu bringen, und dies beeinträchtigte die Genauigkeit auch dieses Winkels. Da ferner (100):(111) wegen der geringeren Zahl der Messungen und der weniger günstigen Beschaffenheit der Flächen von {111} nicht so genau bestimmt werden konnte, wie (100):(001), so wurde der letztere als Fundamentalwinkel angenommen. In der folgenden Tabelle sind nun die Resultate der Messungen derjenigen Winkel der Hauptformen, welche an einer grösseren Anzahl von Krystallen bestimmt werden konnten, zusammengestellt und mit den berechneten verglichen.

	Beobachtet:	Zahl d. Kanten:	Zahl d. Kryst.:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(100):(001) =	47° 5,5′—47°19′	48	15	*47°13′39″	—	—
(100):(1$\bar{1}$1)	38 25 —38 58,5	108	51	38 41,1	38°42′	+0,9′
(1$\bar{1}$1):(11$\bar{1}$)	77 14 —77 39	29	17	77 23,4	77 24	+0,6
(100):(111)	27 16,5—27 44	21	10	27 33,1	27 33,1	0,0
(100):(101)	22 15 —24 56	61	10	23 36,4	23 36,8	—0,4
(100):(2$\bar{1}\bar{1}$)	61 58,5—62 43	61	30	62 26,7	62 26,9	+0,2
(100):(1$\bar{1}$0)	66 2 —66 40,5	141	30	66 22,1	66 23,2	+1,1
(100):(3$\bar{2}$0)	41 26 —42 6,5	67	25	41 49,5	41 48,3	—1,2
(100):(2$\bar{1}$0)	28 4 —30 15	55	21	29 3,2	29 3,7	+0,5
(100):(3$\bar{1}\bar{1}$)	36 35 —37 11	27	19	36 50,3	36 50,7	+0,4

Wie aus dieser Zusammenstellung zu ersehen ist, sind die Differenzen so klein, dass ohne Zweifel der Grundwinkel richtig ausgewählt wurde. Zugleich geht aus derselben hervor, wie gut im Allgemeinen die gemessenen Krystalle ausgebildet gewesen sind, und dass durch die grosse Zahl der angestellten Messungen das Axenverhältniss sehr genau ermittelt werden konnte. Aus obigen Werthen erhalten wir für die Elemente des Turmalins von Ceylon:

nach Miller:	nach Bravais:
α = **113° 51′ 21,4″**	**a : c = 1 : 0,45181.**

Vergleichen wir nun damit die Axenverhältnisse und Fundamentalwinkel anderer Vorkommen, so weit dieselben durch neuere Beobachter mit vollkommeneren Instrumenten und an reicheren Materiale bestimmt worden sind, so erhalten wir folgende Tabelle:

Autor:	Axenverhältniss:	(100):(010)	Vorkommen:	Farbe:
Jeroféjew	1:0,44805	46°54′	Ural	Verschiedenfarbig (meist rosa)
Arzruni-Cossa	1:0,4515	47 12	Ural	Chromturmalin
Al. Schmidt		47 22	Zipser Comit. (Ung.)	
G. Seligmann	1:0,45130	47 11	Dekalb	Weiss

Autor:	Axenverhältniss:	(100):(010)	Vorkommen:	Farbe:
G. d'Achiardi	1:0,44115 bis 1:0,45408	46 17 38″ bis 47 25 32	Elba	Verschiedenfarbig
v. Vernadsky	1:0,4492	47 2	Beresowsk (Ural)	Chromturmalin
V. v. Worobieff.	1:0,45181	47 13 39″	Ceylon	braun

Diese Bestimmungen zeigen deutlich, wie grosse Unterschiede der Axenverhältnisse und Winkel, unzweifelhaft in erster Linie durch chemische Verschiedenheiten bedingt, bei den verschiedenen Turmalinen vorkommen.

Die ceyloner Turmaline stehen sehr nahe den weissen Turmalinen von Dekalb 1:0,45130 (Seligmann) und dem Chromturmalin vom Ural 1:0,4515 (Arzruni-Cossa), was sehr auffallend ist, weil die ersteren absolut eisenfrei und farblos sind, der Chromturmalin dagegen eine ganz andere chemische Zusammensetzung und eine sehr tiefe Färbung besitzt.

Die Frage nach den Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung, den optischen Eigenschaften und dem Axenverhältnisse des Turmalins ist zur Zeit Gegenstand einer Untersuchung des Herrn Prof. Wülfing in Hohenheim bei Stuttgart. Es war daher sehr erwünscht, dass Dieser bei Besichtigung des von mir untersuchten Materials, dessen krystallographische Constanten nunmehr mit genügender Genauigkeit festgestellt sind, sich erbot, dasselbe nun auch optisch und chemisch näher zu untersuchen, wofür ihm genügendes Material zur Verfügung gestellt werden konnte. Betreffs dieser Frage darf also auf die späteren Publicationen des Genannten verwiesen werden.

Zum Schlusse gebe ich nun eine vollständige Zusammenstellung aller meiner Messungen am ceyloner Turmalin, so weit sich dieselben auf sicher bestimmte Formen beziehen (die Messungen der unsicheren Formen sind bereits bei der Beschreibung der Formen mitgetheilt). Die Tabelle ist so geordnet wie die Formentabelle S. 278 f. und enthält in den drei ersten Columnen die Symbole der Flächen nach Miller, Bravais und Naumann, dann die Grenzwerthe und die Zahl der Messungen (Z. d. M.) und Krystalle (Z. d. Kr.), hierauf das unter Berücksichtigung der Güte der Einzelmessungen gewonnene Mittel, und endlich den aus dem Axenverhältnisse 1 : 0,45181 berechneten Werth jedes Winkels.

Winkeltabelle.

Miller:		Bravais:		Naumann:		Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(111):(211)$	=	$(0001):(10\bar{1}4)$	=	$0R:\frac{1}{4}R$	=	7° 13′ — 7° 49′	5	3	7° 28,6′	7° 25,8′
$(111):(311)$		$(0001):(20\bar{2}5)$		$0R:\frac{2}{5}R$		—	1	1	11 35	11 47,3
$(111):(411)$		$(0001):(10\bar{1}2)$		$0R:\frac{1}{2}R$		—	1	1	14 50	14 37,2
$(111):(511)$		$(0001):(40\bar{4}7)$		$0R:\frac{4}{7}R$		16 26 — 16 55	2	1	16 40,5	16 36
$(111):(711)$		$(0001):(20\bar{2}3)$		$0R:\frac{2}{3}R$		19 6 — 19 11	1	1	19 8,5	19 10,7
$(111):(100)$		$(0001):(10\bar{1}1)$		$0R:R$		27 16,5 — 27 44	21	10	27 33,1	27 33,1
$(111):(14.\bar{1}.\bar{1})$		$(0001):(50\bar{5}4)$		$0R:\frac{5}{4}R$		—	—	—	—	33 6,6
$(111):(9\bar{1}\bar{1})$		$(0001):(10.0.\bar{1}\bar{0}.7)$		$0R:\frac{10}{7}R$		—	—	—	—	36 41,8
$(111):(5\bar{1}\bar{1})$		$(0001):(20\bar{2}1)$		$0R:2R$		—	—	—	—	46 13
$(111):(4\bar{1}\bar{1})$		$(0001):(50\bar{5}2)$		$0R:\frac{5}{2}R$		52 41,5 — 52 46	3	3	52 43,8	52 31,3
$(111):(11.\bar{3}.\bar{3})$		$(0001):(14.0.\bar{1}\bar{4}.5)$		$0R:\frac{14}{5}R$		—	—	—	—	55 36,3
$(111):(7\bar{2}\bar{2})$		$(0001):(30\bar{3}1)$		$0R:3R$		—	—	—	—	57 25,6
$(111):(10.\bar{3}.\bar{3})$		$(0001):(13.0.\bar{1}\bar{3}.4)$		$0R:\frac{13}{4}R$		—	—	—	—	59 28,1
$(111):(3\bar{1}\bar{1})$		$(0001):(40\bar{4}1)$		$0R:4R$		64 2 — 64 43	8	8	64 23	64 23,8
$(111):(20.\bar{7}.\bar{7})$		$(0001):(90\bar{9}2)$		$0R:\frac{9}{2}R$		—	—	—	—	66 55,7
$(111):(8\bar{3}\bar{3})$		$(0001):(11.0.\bar{1}\bar{1}.2)$		$0R:\frac{11}{2}R$		—	—	—	—	70 47,2
$(111):(5\bar{2}\bar{2})$		$(0001):(70\bar{7}1)$		$0R:7R$		—	—	—	—	74 41,2
$(111):(7\bar{3}\bar{3})$		$(0001):(10.0.\bar{1}\bar{0}.1)$		$0R:10R$		—	—	—	—	79 9
$(111):(9\bar{4}\bar{4})$		$(0001):(13.0.\bar{1}\bar{3}.1)$		$0R:13R$		—	—	—	—	81 36,7
$(111):(212)$		$(0001):(01\bar{1}5)$		$0R:-\frac{1}{5}R$		5 45,5 — 6 5	3	1	5 55,8	5 57,5
$(111):(525)$		$(0001):(01\bar{1}4)$		$0R:-\frac{1}{4}R$		7 19 — 8 3,5	1	1	7 43,8	7 25,8
$(111):(414)$		$(0001):(01\bar{1}3)$		$0R:-\frac{1}{3}R$		9 56,5 — 9 58	1	1	9 57,25	9 51,9
$(111):(13.1.13)$		$(0001):(04\bar{4}9)$		$0R:-\frac{4}{9}R$		13 6 — 13 11	1	1	13 8,5	13 3,3
$(111):(101)$		$(0001):(01\bar{1}2)$		$0R:-\frac{1}{2}R$		14 11,5 — 14 57	15	11	14 37	14 37,2
$(111):(13.\bar{2}.13)$		$(0001):(05\bar{5}8)$		$0R:-\frac{5}{8}R$		—	—	—	—	18 3,6
$(111):(4\bar{1}4)$		$(0001):(05\bar{5}7)$		$0R:-\frac{5}{7}R$		20 36 — 20 55	1	1	20 45,5	20 26,3
$(111):(9\bar{4}9)$		$(0001):(0.13.\bar{1}\bar{3}.14)$		$0R:-\frac{13}{14}R$		—	—	—	—	25 50,8
$(111):(2\bar{1}2)$		$(0001):(01\bar{1}1)$		$0R:-R$		26 55,5 — 27 59	6	6	27 34,3	27 33,1
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{7}4\bar{7})$		$(000\bar{1}):(0.\bar{1}\bar{1}.11.\bar{1}\bar{0})$		$0R:-\frac{11}{10}R$		—	—	—	—	29 51
$(111):(5\bar{3}5)$		$(0001):(08\bar{8}7)$		$0R:-\frac{8}{7}R$		—	—	—	—	30 48,3
$(111):(3\bar{2}3)$		$(0001):(05\bar{5}4)$		$0R:-\frac{5}{4}R$		—	1	1	33 8,5	33 6,5

$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{7}87)$	$(000\bar{1}):(0\bar{3}5\bar{2})$	$0R:-\frac{5}{2}R$		—	—	—	52 31,3
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{5}6\bar{5})$	$(000\bar{1}):(0.\bar{1}\bar{1}.11.\bar{4})$	$0R:-\frac{11}{4}R$	—	—	—	—	55 7,3
$(111):(4\bar{5}4)$	$(0001):(03\bar{3}1)$	$0R:-3R$	—	—	—	—	57 25,5
$(111):(3\bar{4}3)$	$(0001):(07\bar{7}2)$	$0R:-\frac{7}{2}R$	—	—	—	—	61 17,5
$(111):(11.\bar{1}6.11)$	$(0001):(09\bar{9}2)$	$0R:-\frac{9}{2}R$	—	—	—	—	66 55,7
$(111):(2\bar{3}2)$	$(0001):(05\bar{5}1)$	$0R:-5R$	—	—	—	—	69 1,5
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{8}.13.\bar{8})$	$(000\bar{1}):(0\bar{7}7\bar{1})$	$0R:-7R$	—	—	—	—	74 41,2
$(111):(3\bar{5}3)$	$(0001):(0881)$	$0R:-8R$	—	—	—	—	76 31,6
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{7}.12.\bar{7})$	$(000\bar{1}):(0.\bar{1}\bar{9}.19.\bar{2})$	$0R:-\frac{19}{2}R$	—	—	—	—	78 35,6
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{4}7\bar{4})$	$(000\bar{1}):(0.\bar{1}\bar{1}.11.\bar{1})$	$0R:-11R$	—	—	—	—	80 6,9
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}6.1.0)$	$(000\bar{1}):(\bar{1}6.\bar{1}.17.\bar{1}\bar{5})$	$0R:R\frac{17}{15}$	—	—	—	—	29 53,3
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}2.1.0)$	$(000\bar{1}):(\bar{1}2.\bar{1}.13.\bar{1}\bar{1})$	$0R:R\frac{13}{11}$	—	—	—	—	30 43,3
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}0.1.0)$	$(000\bar{1}):(\bar{1}0.\bar{1}.11.\bar{9})$	$0R:R\frac{11}{9}$	—	—	—	—	31 25
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{6}10)$	$(000\bar{1}):(\bar{6}\bar{1}7\bar{5})$	$0R:R\frac{7}{5}$	—	—	—	—	34 24,4
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{4}10)$	$(000\bar{1}):(\bar{4}\bar{1}5\bar{3})$	$0R:R\frac{5}{3}$	—	—	—	—	38 33,1
$(111):(11.\bar{3}.0)$	$(0001):(11.3.\bar{1}\bar{4}.8)$	$0R:R\frac{7}{4}$	—	—	—	—	39 48,4
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}0.3.0)$	$(000\bar{1}):(\bar{1}0.\bar{3}.13.\bar{7})$	$0R:R\frac{13}{7}$	—	—	—	—	41 19,9
$(111):(3\bar{1}0)$	$(0001):(31\bar{4}2)$	$0R:R2$	—	—	—	—	43 14,7
$(111):(14.\bar{5}.0)$	$(0001):(14.5.\bar{1}\bar{9}.9)$	$0R:R\frac{19}{9}$	—	—	—	—	44 40,6
$(111):(17.\bar{7}.0)$	$(0001):(17.7.\bar{2}\bar{4}.10)$	$0R:R\frac{12}{5}$	—	—	—	—	48 8,8
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}.5.0)$	$(000\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}.\bar{5}.16.\bar{6})$	$0R:R\frac{8}{3}$	—	—	—	—	50 57,1
$(111):(2\bar{1}0)$	$(0001):(21\bar{3}1)$	$0R:R3$	—	—	—	—	54 4,6
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{9}50)$	$(000\bar{1}):(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{4})$	$0R:R\frac{7}{2}$	—	—	—	—	58 3,6
$(111):(7\bar{4}0)$	$(0001):(7.4.\bar{1}\bar{1}.3)$	$0R:R\frac{11}{3}$	—	—	—	—	59 13
$(111):(5\bar{3}0)$	$(0001):(53\bar{8}2)$	$0R:R4$	—	—	—	—	61 17,5
$(111):(3\bar{2}0)$	$(0001):(32\bar{5}1)$	$0R:R5$	—	1	1	66 14,5	66 15,8
$(111):(7\bar{5}0)$	$(0001):(7.5.\bar{1}\bar{2}.2)$	$0R:R6$	—	—	—	—	69 50,6
$(111):(15.\bar{1}\bar{1}.0)$	$(0001):(15.11.\bar{2}\bar{6}.4)$	$0R:R\frac{13}{2}$	—	—	—	—	71 15,5
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{4}30)$	$(000\bar{1}):(\bar{4}\bar{3}7\bar{1})$	$0R:R7$	—	—	—	—	72 30,5
$(111):(9\bar{7}0)$	$(0001):(9.7.\bar{1}\bar{6}.2)$	$0R:R8$	—	—	—	—	74 35,3
$(111):(5\bar{4}0)$	$(0001):(54\bar{9}1)$	$0R:R9$	—	—	—	—	76 12,7
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{7}60)$	$(000\bar{1}):(\bar{7}.\bar{6}.13.\bar{1})$	$0R:R13$	—	—	—	—	80 20
$(111):(15.\bar{1}\bar{3}.0)$	$(0001):(15.13.\bar{2}\bar{8}.2)$	$0R:R14$	—	—	—	—	81 1,4
$(111):(13.\bar{1}\bar{2}.0)$	$(0001):(13.12.\bar{2}\bar{5}.1)$	$0R:R25$	—	—	—	—	84 56,6
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{8}.17.0)$	$(000\bar{1}):(\bar{1}\bar{8}.\bar{1}\bar{7}.35.\bar{1})$	$0R:R35$	—	—	—	—	86 22,8

Miller:	Bravais:	Naumann:	Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(111):(20.\bar{1}\bar{9}.0)$ =	$(0001):(20.19.\bar{3}\bar{9}.1)$ =	$0R:R39$ =	—	—	—	—	86° 45′
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{2}0\bar{1})$	$(000\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}2\bar{3})$	$0R:\frac{2}{3}P2$	—	—	—	—	16 45,8
$(111):(503)$	$(0001):(23\bar{5}8)$	$0R:-\frac{1}{8}R5$	—	—	—	—	15 52,2
$(111):(302)$	$(0001):(12\bar{3}5)$	$0R:-\frac{1}{5}R3$	—	—	—	—	15 26,2
$(111):(705)$	$(0001):(2.5.\bar{7}.12)$	$0R:-\frac{1}{4}R\frac{7}{3}$	—	—	—	—	15 11,5
$(111):(12.\bar{1}.1)$	$(0001):(11.2.\bar{1}\bar{3}.12)$	$0R:\frac{3}{4}R\frac{13}{9}$	—	—	—	—	27 47,6
$(111):(10.\bar{1}.1)$	$(0001):(9.2.\bar{1}\bar{1}.20)$	$0R:\frac{7}{10}R\frac{11}{7}$	—	—	—	—	27 54
$(111):(8\bar{1}1)$	$(0001):(72\bar{9}8)$	$0R:\frac{5}{8}R\frac{9}{5}$	—	—	—	—	28 6,5
$(111):(11.\bar{2}.2)$	$(0001):(9.4.\bar{1}\bar{3}.11)$	$0R:\frac{5}{11}R\frac{13}{5}$	—	—	—	—	28 38,4
$(111):(5\bar{1}1)$	$(0001):(42\bar{6}5)$	$0R:\frac{2}{5}R3$	—	—	—	—	28 54,3
$(111):(4\bar{1}1)$	$(0001):(32\bar{5}4)$	$0R:\frac{1}{4}R5$	—	—	—	—	29 37,1
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{7}22)$	$(000\bar{1}):(\bar{5}49\bar{7})$	$0R:\frac{1}{7}R9$	—	—	—	—	30 12,2
$(111):(3\bar{1}1)$	$(0001):(22\bar{4}3)$	$0R:\frac{4}{3}P2$	—	—	—	—	31 3,9
$(111):(2\bar{1}1)$	$(0001):(12\bar{3}2)$	$0R:-\frac{1}{2}R3$	34° 32′—34° 38,5′	3	2	34° 35,9′	34 36,8
$(111):(7\bar{4}4)$	$(0001):(3.8.\bar{1}\bar{1}.7)$	$0R:-\frac{5}{7}R\frac{11}{5}$	—	—	—	—	36 16,8
$(111):(8\bar{5}5)$	$(0001):(3.10.\bar{1}\bar{3}.8)$	$0R:-\frac{7}{8}R\frac{13}{7}$	—	—	—	—	37 33,3
$(111):(3\bar{2}2)$	$(0001):(14\bar{5}3)$	$0R:-R\frac{5}{3}$	—	—	—	—	38 33,1
$(111):(10.\bar{7}.7)$	$(0001):(3.14.\bar{1}\bar{7}.10)$	$0R:-\frac{11}{10}R\frac{17}{11}$	—	—	—	—	39 21
$(111):(5\bar{4}4)$	$(0001):(18\bar{9}5)$	$0R:-\frac{7}{5}R\frac{9}{7}$	—	—	—	—	41 43,3
$(111):(6\bar{6}5)$	$(0001):(1.11.\bar{1}\bar{2}.5)$	$0R:-2R\frac{6}{5}$	—	—	—	—	50 17,1
$(111):(3\bar{3}2)$	$(0001):(15\bar{6}2)$	$0R:-2R\frac{3}{2}$	—	—	—	—	55 27,5
$(111):(2\bar{2}1)$	$(0001):(13\bar{4}1)$	$0R:-2R2$	—	—	—	—	62 0,2
$(111):(3\bar{3}1)$	$(0001):(24\bar{6}1)$	$0R:-2R3$	—	—	—	—	70 5,3
$(111):(13.\bar{1}\bar{3}.4)$	$(0001):(9.17.\bar{2}\bar{6}.4)$	$0R:-2R\frac{13}{4}$	—	—	—	—	71 27,9
$(111):(6\bar{6}1)$	$(0001):(5.7.\bar{1}\bar{2}.1)$	$0R:-2R6$	—	—	—	—	79 35,8
$(111):(7\bar{7}1)$	$(0001):(6.8.\bar{1}\bar{4}.1)$	$0R:-2R7$	—	—	—	—	81 2,8
$(111):(9\bar{7}5)$	$(0001):(4.12.\bar{1}\bar{6}.7)$	$0R:-\frac{8}{7}R2$	—	—	—	—	47 4
$(111):(3\bar{2}1)$	$(0001):(23\bar{5}2)$	$0R:-\frac{1}{2}R5$	—	—	—	—	48 40
$(111):(7\bar{3}\bar{1})$	$(0001):(8.2.\bar{1}\bar{0}.3)$	$0R:2R\frac{5}{3}$	—	—	—	—	57 4,6
$(111):(7\bar{3}\bar{2})$	$(0001):(9.1.\bar{1}\bar{0}.2)$	$0R:4R\frac{5}{4}$	—	—	—	—	68 1,5
$(111):(4\bar{2}\bar{1})$	$(0001):(51\bar{6}1)$	$0R:4R\frac{3}{2}$	—	—	—	—	71 0,2
$(111):(5\bar{3}\bar{1})$	$(0001):(62\bar{8}1)$	$0R:4R2$	—	—	—	—	76 6,8
$(111):(9\bar{8}6)$	$(0001):(3.14.\bar{1}\bar{7}.7)$	$0R:-\frac{11}{7}R\frac{17}{11}$	—	—	—	—	49 30,6
$(111):(7\bar{6}4)$	$(0001):(3.10.\bar{1}\bar{3}.5)$	$0R:-\frac{7}{5}R\frac{13}{7}$	—	—	—	—	50 53,6

[illegible]	(0001) : [illegible]	$0R : -\frac{?}{2}R$ [illegible]	—	—	—	—	57 46,8
(111) : (13.$\bar{8}$.$\bar{2}$)	(0001) : (52$\bar{7}$1)	$0R : 3R\frac{7}{3}$	—	—	—	—	72 56,1
(111) : (12.$\bar{7}$.$\bar{3}$)	(0001) : (15.4.$\bar{1}\bar{9}$.2)	$0R : \frac{11}{2}R\frac{19}{11}$	—	—	—	—	77 32,4
($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$) : ($\bar{1}\bar{8}$.9.2)	(000$\bar{1}$) : ($\bar{2}\bar{0}$.$\bar{7}$.27.$\bar{7}$)	$0R : \frac{13}{7}R\frac{27}{13}$	—	—	—	—	61 3
(111) : (10.$\bar{5}$.7)	(0001) : (14$\bar{5}$4)	$0R : -\frac{3}{4}R\frac{5}{3}$	—	—	—	—	30 52,3
(111) : (16.$\bar{8}$.13)	(0001) : (17$\bar{8}$7)	$0R : -\frac{6}{7}R\frac{4}{3}$	—	—	—	—	29 22
(111) : (14.$\bar{7}$.20)	(0001) : ($\bar{2}$97$\bar{9}$)	$0R : -\frac{5}{9}R\frac{9}{5}$	—	—	—	—	25 23
(111) : (423)	(0001) : (11$\bar{2}$9)	$0R : \frac{2}{9}P2$	—	1	1	5 28	5 44
(111) : (17.5.11)	(0001) : (2.2.$\bar{4}$.11)	$0R : \frac{4}{11}P2$	8 38,5 — 9 39	6	1	9 16,3	9 19,8
(111) : (29.$\bar{1}$.14)	(0001) : (5.5.$\bar{1}\bar{0}$.14)	$0R : \frac{5}{7}P2$	17 46 — 18 14	4	2	17 58	17 53,2
(111) : (9$\bar{1}$4)	(0001) : (5.5.$\bar{1}\bar{0}$.12)	$0R : \frac{5}{6}P2$	—	—	—	—	20 37,5
(111) : (6$\bar{1}$5)	(0001) : (1.6.$\bar{7}$.10)	$0R : -\frac{1}{2}R\frac{7}{5}$	—	—	—	—	18 53,2
(111) : (11.$\bar{4}$.7)	(0001) : (4.11.$\bar{1}\bar{5}$.14)	$0R : -\frac{1}{2}R\frac{15}{7}$	—	—	—	—	26 37,7
(111) : (94$\bar{2}$)	(0001) : (11.2.$\bar{1}\bar{3}$.3)	$0R : 3R\frac{13}{9}$	—	—	—	—	64 37,6
(111) : (63$\bar{1}$)	(0001) : (72$\bar{9}$2)	$0R : \frac{5}{2}R\frac{9}{5}$	—	—	—	—	64 54,3
(111) : (7$\bar{2}$1)	(0001) : (21$\bar{3}$2)	$0R : \frac{1}{2}R3$	—	—	—	—	34 36,8
(211) : (111)	(10$\bar{1}$4) : (0001)	$\frac{1}{4}R : 0R$	7 13 — 7 49	5	3	7 28,6	7 25,8
(211) : (100)	(10$\bar{1}$4) : (10$\bar{1}$1)	$\frac{1}{4}R : R$	19 37,5 — 20 35	5	3	20 6,8	20 7,2
(211) : (101)	(10$\bar{1}$4) : (01$\bar{1}$2)	$\frac{1}{4}R : -\frac{1}{2}R$	—	—	—	—	12 37,7
(211) : (112)	(10$\bar{1}$4) : ($\bar{1}$104)	$\frac{1}{4}R : \frac{1}{4}R$	—	—	—	—	12 51,6
(211) : (411)	(10$\bar{1}$4) : (10$\bar{1}$2)	$\frac{1}{4}R : \frac{1}{2}R$	—	—	—	—	7 12,2
(211) : (525)	(10$\bar{1}$4) : (01$\bar{1}$4)	$\frac{1}{4}R : -\frac{1}{4}R$	—	—	—	—	7 25,0
(311) : (111)	(20$\bar{2}$5) : (0001)	$\frac{2}{5}R : 0R$	—	1	1	11 35	11 47,3
(311) : (100)	(20$\bar{2}$5) : (10$\bar{1}$1)	$\frac{2}{5}R : R$	—	1	1	16 3,5	15 45,8
(311) : (212)	(20$\bar{2}$5) : (01$\bar{1}$5)	$\frac{2}{5}R : -\frac{1}{5}R$	—	—	—	—	10 11,5
(311) : (131)	(20$\bar{2}$5) : (0$\bar{2}$25)	$\frac{2}{5}R : \frac{2}{5}R$	—	—	—	—	20 13
(411) : (111)	(10$\bar{1}$2) : (0001)	$\frac{1}{2}R : 0R$	—	1	1	14 50	14 37,2
(411) : (100)	(10$\bar{1}$2) : (10$\bar{1}$1)	$\frac{1}{2}R : R$	12 43 — 12 55	2	2	12 51	12 55,9
(411) : (2$\bar{1}\bar{1}$)	(10$\bar{1}$2) : (10$\bar{1}$0)	$\frac{1}{2}R : \infty R$	—	1	1	75 57	75 22,8
(411) : (3$\bar{1}\bar{1}$)	(10$\bar{1}$2) : (40$\bar{4}$1)	$\frac{1}{2}R : 4R$	—	1	1	49 48	49 46,6
(411) : (011)	(10$\bar{1}$2) : ($\bar{1}$012)	$\frac{1}{2}R : -\frac{1}{2}R$	—	1	1	29 9	29 15,4
(411) : (211)	(10$\bar{1}$2) : (10$\bar{1}$4)	$\frac{1}{2}R : \frac{1}{4}R$	—	—	—	—	7 11,4

Miller:		Bravais:		Naumann:		Grenzwerthe:	Z.d.M.:	Z.d.Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(411):(525)$	=	$(10\bar{1}2):(01\bar{1}4)$	=	$\frac{1}{2}R:-\frac{1}{4}R$	=	—	—	—	—	12° 37,7′
$(411):(101)$		$(10\bar{1}2):(01\bar{1}2)$		$\frac{1}{2}R:-\frac{1}{2}R$		—	—	—	—	14 30,2
$(411):(2\bar{1}2)$		$(10\bar{1}2):(01\bar{1}1)$		$\frac{1}{2}R:-R$		—	—	—	—	23 36,8
$(411):(114)$		$(10\bar{1}2):(\bar{1}102)$		$\frac{1}{2}R:\frac{1}{2}R$		—	—	—	—	25 15,4
$(511):(111)$		$(40\bar{4}7):(0001)$		$\frac{4}{7}R:0R$		16° 26′ —16° 55′	2	1	16° 40,5′	16 36
$(511):(211)$		$(40\bar{4}7):(10\bar{1}4)$		$\frac{4}{7}R:\frac{1}{4}R$		—	—	—	—	9 10,2
$(511):(411)$		$(40\bar{4}7):(10\bar{1}2)$		$\frac{4}{7}R:\frac{1}{2}R$		—	—	—	—	1 58
$(511):(100)$		$(40\bar{4}7):(10\bar{1}1)$		$\frac{4}{7}R:R$		10 37 —11 18	2	1	10 52,5	10 57,1
$(511):(115)$		$(40\bar{4}7):(\bar{4}407)$		$\frac{4}{7}R:\frac{4}{7}R$		—	—	—	—	28 39
$(511):(5\bar{3}5)$		$(40\bar{4}7):(08\bar{8}7)$		$\frac{4}{7}R:-\frac{8}{7}R$		—	—	—	—	26 19,7
$(711):(111)$		$(20\bar{2}3):(0001)$		$\frac{2}{3}R:0R$		19 6 —19 11	1	1	19 8,5	19 10,7
$(711):(511)$		$(20\bar{2}3):(40\bar{4}7)$		$\frac{2}{3}R:\frac{4}{7}R$		—	—	—	—	2 34,7
$(711):(211)$		$(20\bar{2}3):(10\bar{1}4)$		$\frac{2}{3}R:\frac{1}{4}R$		—	—	—	—	11 44,9
$(711):(100)$		$(20\bar{2}3):(10\bar{1}1)$		$\frac{2}{3}R:R$		8 24 — 8 27	1	1	8 25,5	8 22,4
$(711):(3\bar{1}\bar{1})$		$(20\bar{2}3):(40\bar{4}1)$		$\frac{2}{3}R:4R$		—	1	1	45 36,5	45 13,1
$(711):(117)$		$(20\bar{2}3):(\bar{2}203)$		$\frac{2}{3}R:\frac{2}{3}R$		—	—	—	—	33 3,4
$(711):(414)$		$(20\bar{2}3):(01\bar{1}3)$		$\frac{2}{3}R:\frac{1}{3}R$		—	—	—	—	16 31,7
$(100):(111)$		$(10\bar{1}1):(0001)$		$R:0R$		27 16,5 —27 44	21	10	27 33,1	27 33,1
$(100):(5\bar{1}\bar{1})$		$(10\bar{1}1):(20\bar{2}1)$		$R:2R$		—	—	—	—	18 40
$(100):(4\bar{1}\bar{1})$		$(10\bar{1}1):(50\bar{5}2)$		$R:\frac{5}{2}R$		24 46 —25 36	11	10	25 16	24 58,2
$(100):(3\bar{1}\bar{1})$		$(10\bar{1}1):(40\bar{4}1)$		$R:4R$		36 35 —37 11	22	19	36 50,3	36 50,7
$(100):(5\bar{2}\bar{2})$		$(10\bar{1}1):(70\bar{7}1)$		$R:7R$		47 6 —47 27	2	2	47 11,3	47 8
$(100):(7\bar{3}\bar{3})$		$(10\bar{1}1):(10.0.\bar{10}.1)$		$R:10R$		50 59 —51 48	5	3	51 30,1	51 35,9
$(100):(2\bar{1}\bar{1})$		$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$		$R:\infty R$		61 58,5 —62 43	61	30	62 23,7	62 26,9
$(100):(4\bar{1}1)$		$(10\bar{1}1):(32\bar{5}4)$		$R:\frac{1}{4}R5$		10 51 —11 47	35	20	11 17,1	11 19
$(100):(3\bar{1}1)$		$(10\bar{1}1):(22\bar{4}3)$		$R:\frac{4}{3}P2$		—	—	—	—	14 57,1
$(100):(2\bar{1}1)$		$(10\bar{1}1):(12\bar{3}2)$		$R:-\frac{1}{2}R3$		21 14 —22 29	32	13	21 52,3	21 29,8
$(100):(1\bar{1}1)$		$(10\bar{1}1):(02\bar{2}1)$		$R:-2R$		38 25 —38 58,5	108	51	38 41,1	38 42
$(100):(3\bar{1}0)$		$(10\bar{1}1):(31\bar{4}2)$		$R:R2$		17 8 —17 43,5	6	6	17 31,2	17 33
$(100):(2\bar{1}0)$		$(10\bar{1}1):(21\bar{3}1)$		$R:R3$		28 4 —30 15	55	21	29 3,2	29 3,7
$(100):(3\bar{2}0)$		$(10\bar{1}1):(32\bar{5}1)$		$R:R5$		41 26 —42 6,5	67	25	41 49,5	41 48,3

(100) : (001)	(1011) : (1101)	$R : R$	47 5,5	—47 19	48	15	47 13 39	—
(100) : $(3\bar{2}1)$	$(10\bar{1}1) : (23\bar{5}2)$	$R : -\frac{1}{2}R5$		—	—	—	—	30 11,2
(100) : $(5\bar{4}2)$	$(10\bar{1}1) : (12\bar{3}1)$	$R : -R3$		—	—	—	—	36 32,7
(100) : $(2\bar{2}1)$	$(10\bar{1}1) : (13\bar{4}1)$	$R : -2R2$		—	1	1	45 43	45 37,2
(100) : $(1\bar{1}0)$	$(10\bar{1}1) : (11\bar{2}0)$	$R : \infty P2$	66 2	—66 40,5	141	30	66 22,1	66 23,2
$(14.\bar{1}.\bar{1}) : (111)$	$(50\bar{5}4) : (0001)$	$\frac{5}{4}R : 0R$		—	—	—	—	33 6,6
$(14.\bar{1}.\bar{1}) : (100)$	$(50\bar{5}4) : (10\bar{1}1)$	$\frac{5}{4}R : R$	5 35	— 5 49	2	2	5 42	5 33,5
$(14.\bar{1}.\bar{1}) : (9\bar{1}\bar{1})$	$(50\bar{5}4) : (10.0.\bar{10}.7)$	$\frac{5}{4}R : \frac{10}{7}R$		—	—	—	—	3 35,3
$(14.\bar{1}.\bar{1}) : (4\bar{1}\bar{1})$	$(50\bar{5}4) : (50\bar{5}2)$	$\frac{5}{4}R : \frac{5}{2}R$		—	—	—	19 11	19 24,8
$(14.\bar{1}.\bar{1}) : (3\bar{1}\bar{1})$	$(50\bar{5}4) : (40\bar{4}1)$	$\frac{5}{4}R : 4R$		—	—	—	—	31 17,2
$(14.\bar{1}.\bar{1}) : (2\bar{1}\bar{1})$	$(50\bar{5}4) : (10\bar{1}0)$	$\frac{5}{4}R : \infty R$	56 36	— 56 44	2	2	56 40	56 53
$(14.\bar{1}.\bar{1}) : (3\bar{2}3)$	$(50\bar{5}4) : (05\bar{5}4)$	$\frac{5}{4}R : -\frac{5}{4}R$		—	—	—	—	15 51
$(14.\bar{1}.\bar{1}) : (13.\bar{2}.13)$	$(50\bar{5}4) : (05\bar{5}8)$	$\frac{5}{4}R : -\frac{5}{8}R$		—	—	—	—	28 14
$(14.\bar{1}.\bar{1}) : (\bar{1}.\bar{1}.14)$	$(50\bar{5}4) : (\bar{5}504)$	$\frac{5}{4}R : \frac{5}{4}R$		—	—	—	—	56 28
$(9\bar{1}\bar{1}) : (111)$	$(10.0.\bar{10}.7) : (0001)$	$\frac{10}{7}R : 0R$		—	—	—	—	36 41,8
$(9\bar{1}\bar{1}) : (14.\bar{1}.\bar{1})$	$(10.0.\bar{10}.7) : (50\bar{5}4)$	$\frac{10}{7}R : \frac{5}{4}R$		—	—	—	—	3 35,3
$(9\bar{1}\bar{1}) : (5\bar{1}\bar{1})$	$(10.0.\bar{10}.7) : (20\bar{2}1)$	$\frac{10}{7}R : 2R$		—	—	—	—	9 32,2
$(9\bar{1}\bar{1}) : (100)$	$(10.0.\bar{10}.7) : (10\bar{1}1)$	$\frac{10}{7}R : R$	8 58	— 10 2	2	2	9 9	9 8,7
$(9\bar{1}\bar{1}) : (4\bar{1}\bar{1})$	$(10.0.\bar{10}.7) : (50\bar{5}2)$	$\frac{10}{7}R : \frac{5}{2}R$		—	1	1	16 10	15 49,5
$(9\bar{1}\bar{1}) : (10.\bar{3}.\bar{3})$	$(10.0.\bar{10}.7) : (13.0.\bar{13}.4)$	$\frac{10}{7}R : \frac{13}{4}R$		—	1	1	23 17	22 47,3
$(9\bar{1}\bar{1}) : (3\bar{1}\bar{1})$	$(10.0.\bar{10}.7) : (40\bar{4}1)$	$\frac{10}{7}R : 4R$		—	1	1	27 45	27 42
$(9\bar{1}\bar{1}) : (2\bar{1}\bar{1})$	$(10.0.\bar{10}.7) : (10\bar{1}0)$	$\frac{10}{7}R : \infty R$	52 26,5	— 53 34	2	2	53 24,7	53 18,2
$(9\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}9)$	$(10.0.\bar{10}.7) : (\bar{10}.10.0.7)$	$\frac{10}{7}R : \frac{10}{7}R$		—	—	—	—	62 20
$(5\bar{1}\bar{1}) : (111)$	$(20\bar{2}1) : (0001)$	$2R : 0R$		—	—	—	—	46 13
$(5\bar{1}\bar{1}) : (9\bar{1}\bar{1})$	$(20\bar{2}1) : (10.0.\bar{10}.7)$	$2R : \frac{10}{7}R$		—	—	—	—	9 32,2
$(5\bar{1}\bar{1}) : (11.\bar{3}.\bar{3})$	$(20\bar{2}1) : (14.0.\bar{14}.5)$	$2R : \frac{14}{5}R$	9 1	— 9 9,5	1	1	9 5,25	9 23,3
$(5\bar{1}\bar{1}) : (100)$	$(20\bar{2}1) : (10\bar{1}1)$	$2R : R$		—	—	—	—	18 40
$(5\bar{1}\bar{1}) : (4\bar{1}\bar{1})$	$(20\bar{2}1) : (50\bar{5}2)$	$2R : \frac{5}{2}R$	5 32,5	— 5 37	1	1	5 34,75	6 18,3
$(5\bar{1}\bar{1}) : (7\bar{2}\bar{2})$	$(20\bar{2}1) : (30\bar{3}1)$	$2R : 3R$		—	1	1	11 25	11 12,5
$(5\bar{1}\bar{1}) : (3\bar{1}\bar{1})$	$(20\bar{2}1) : (40\bar{4}1)$	$2R : 4R$	17 57	—18 0,5	1	1	17 58,75	18 10,8
$(5\bar{1}\bar{1}) : (2\bar{1}\bar{1})$	$(20\bar{2}1) : (10\bar{1}0)$	$2R : \infty R$		—	1	1	43 37	43 47
$(5\bar{1}\bar{1}) : (1\bar{1}1)$	$(20\bar{2}1) : (02\bar{2}1)$	$2R : -2R$		—	—	—	—	42 19.4

Miller:		Bravais:		Naumann:		Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(5\bar{1}\bar{1}):(2\bar{1}2)$	=	$(20\bar{2}1):(01\bar{1}1)$	=	$2R:-R$	=	—	—	—		38° 42′
$(5\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}5)$		$(20\bar{2}1):(\bar{2}201)$		$2R:2R$		—	—	—	—	77 24
$(5\bar{1}\bar{1}):(3\bar{1}0)$		$(20\bar{2}1):(31\bar{4}2)$		$2R:R2$		—	—	—	—	10 12,8
$(5\bar{1}\bar{1}):(2\bar{1}0)$		$(20\bar{2}1):(21\bar{3}1)$		$2R:R3$		—	—	—	—	16 35,6
$(4\bar{1}\bar{1}):(111)$		$(50\bar{5}2):(0001)$		$\frac{5}{2}R:0R$		52° 41,5 — 52° 46′	3	3	52° 43,8′	52 31,3
$(4\bar{1}\bar{1}):(5\bar{1}\bar{1})$		$(50\bar{5}2):(20\bar{2}1)$		$\frac{5}{2}R:2R$		5 32,5 — 5 37	1	1	5 34,75	6 18,3
$(4\bar{1}\bar{1}):(11.\bar{3}.3)$		$(50\bar{5}2):(14.0.\overline{14}.5)$		$\frac{5}{2}R:\frac{14}{5}R$		3 22 — 3 37	1	1	3 29,5	3 5
$(4\bar{1}\bar{1}):(100)$		$(50\bar{5}2):(10\bar{1}1)$		$\frac{5}{2}R:R$		24 36 — 25 36	11	10	25 16	24 58,2
$(4\bar{1}\bar{1}):(7\bar{2}\bar{2})$		$(50\bar{5}2):(30\bar{3}1)$		$\frac{5}{2}R:3R$		—	1	1	5 48	4 54,2
$(4\bar{1}\bar{1}):(3\bar{1}\bar{1})$		$(50\bar{5}2):(40\bar{4}1)$		$\frac{5}{2}R:4R$		11 0 — 12 11,5	13	12	11 32,9	11 52,5
$(4\bar{1}\bar{1}):(5\bar{2}\bar{2})$		$(50\bar{5}2):(70\bar{7}1)$		$\frac{5}{2}R:7R$		22 12 — 22 25	2	1	22 18,5	22 9,9
$(4\bar{1}\bar{1}):(2\bar{1}\bar{1})$		$(50\bar{5}2):(10\bar{1}0)$		$\frac{5}{2}R:\infty R$		36 38 — 38 0	12	11	37 19,2	37 28,7
$(4\bar{1}\bar{1}):(3\bar{1}0)$		$(50\bar{5}2):(31\bar{4}2)$		$\frac{5}{2}R:R2$		—	—	—	—	13 50
$(4\bar{1}\bar{1}):(2\bar{1}0)$		$(50\bar{5}2):(21\bar{3}1)$		$\frac{5}{2}R:R3$		15 16,5 — 15 35	3	3	15 21,7	15 22,3
$(4\bar{1}\bar{1}):(2\bar{2}1)$		$(50\bar{5}2):(13\bar{4}1)$		$\frac{5}{2}R:-2R2$		39 21 — 39 43,5	2	2	39 26,6	39 30,8
$(4\bar{1}\bar{1}):(3\bar{2}3)$		$(50\bar{5}2):(0\bar{5}54)$		$\frac{5}{2}R:-\frac{5}{4}R$		—	—	—	—	43 24,9
$(4\bar{1}\bar{1}):(2\bar{3}2)$		$(50\bar{5}2):(0\bar{5}51)$		$\frac{5}{2}R:-5R$		—	1	1	53 39	53 57,7
$(4\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}4)$		$(50\bar{5}2):(\bar{5}502)$		$\frac{5}{2}R:\frac{5}{2}R$		—	—	—	—	86 49,8
$(\bar{4}11):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$		$(\bar{5}05\bar{2}):(000\bar{1})$		$\frac{5}{2}R:0R$		—	—	—	—	52 31,3
$(\bar{4}11):(100)$		$(\bar{5}05\bar{2}):(\bar{1}01\bar{1})$		$\frac{5}{2}R:R$		24 39 — 24 41	1	1	24 40	24 58,2
$(\bar{4}11):(\bar{2}11)$		$(\bar{5}05\bar{2}):(\bar{1}010)$		$\frac{5}{2}R:\infty R$		37 47 — 37 50	1	1	37 48,7	37 28,7
$(11.\bar{3}.\bar{3}):(111)$		$(14.0.\overline{14}.5):(0001)$		$\frac{14}{5}R:0R$		—	—	—	—	55 36,3
$(11.\bar{3}.\bar{3}):(4\bar{1}\bar{1})$		$(14.0.\overline{14}.5):(50\bar{5}2)$		$\frac{14}{5}R:\frac{5}{2}R$		3 22 — 3 37	1	1	3 29,5	3 5
$(11.\bar{3}.\bar{3}):(7\bar{2}\bar{2})$		$(14.0.\overline{14}.5):(30\bar{3}1)$		$\frac{14}{5}R:3R$		—	1	1	2 26	1 49,2
$(11.\bar{3}.\bar{3}):(100)$		$(14.0.\overline{14}.5):(10\bar{1}1)$		$\frac{14}{5}R:R$		—	—	—	—	28 3,3
$(11.\bar{3}.\bar{3}):(3\bar{1}\bar{1})$		$(14.0.\overline{14}.5):(40\bar{4}1)$		$\frac{14}{5}R:4R$		8 47,5 — 8 59,5	1	1	8 53,5	8 47,5
$(11.\bar{3}.\bar{3}):(5\bar{1}\bar{1})$		$(14.0.\overline{14}.5):(20\bar{2}1)$		$\frac{14}{5}R:2R$		9 1 — 9 9,5	1	1	9 5,25	9 23,3
$(11.\bar{3}.\bar{3}):(2\bar{1}\bar{1})$		$(14.0.\overline{14}.5):(10\bar{1}0)$		$\frac{14}{5}R:\infty R$		34 27,5 — 34 38	1	1	34 32,75	34 23,5
$(11.\bar{3}.\bar{3}):(\bar{3}.\bar{3}.11)$		$(14.0.\overline{14}.5):(\overline{14}.14.0.5)$		$\frac{14}{5}R:\frac{14}{5}R$		—	—	—	—	91 13,4
$(7\bar{2}\bar{2}):(111)$		$(30\bar{3}1):(0001)$		$3R:0R$						57 2,5

$(7\bar2\bar2) : (10.\bar3.\bar3)$	[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
$(7\bar2\bar2) : (100)$	$(30\bar31) : (10\bar11)$	$3R : R$		—	—	—	—	29 52,4
$(7\bar2\bar2) : (5\bar1\bar1)$	$(30\bar31) : (20\bar21)$	$3R : 2R$		—	1	1	11 25	11 12,5
$(7\bar2\bar2) : (4\bar1\bar1)$	$(30\bar31) : (50\bar52)$	$3R : \frac{5}{2}R$		—	1	1	5 48	4 54,2
$(7\bar2\bar2) : (3\bar1\bar1)$	$(30\bar31) : (40\bar41)$	$3R : 4R$		—	1	1	6 33,5	6 58,3
$(7\bar2\bar2) : (2\bar1\bar1)$	$(30\bar31) : (10\bar10)$	$3R : \infty R$	32 7	—32 24,5	2	1	32 14,5	32 34,5
$(7\bar2\bar2) : (2\bar10)$	$(30\bar31) : (21\bar31)$	$3R : R3$		—	—	—	—	16 7
$(7\bar2\bar2) : (3\bar20)$	$(30\bar31) : (32\bar51)$	$3R : R5$		—	—	—	—	22 23,4
$(7\bar2\bar2) : (5\bar45)$	$(30\bar31) : (03\bar32)$	$3R : -\frac{3}{2}R$		—	—	—	—	46 52,1
$(7\bar2\bar2) : (\bar2\bar27)$	$(30\bar31) : (\bar3301)$	$3R : 3R$		—	—	—	—	93 44,2
$(10.\bar3.\bar3) : (111)$	$(13.0.\bar{13}.4) : (0001)$	$\frac{13}{4}R : 0R$		—	—	—	—	59 28,1
$(10.\bar3.\bar3) : (7\bar2\bar2)$	$(13.0.\bar{13}.4) : (30\bar31)$	$\frac{13}{4}R : 3R$		—	—	—	—	2 2,6
$(10.\bar3.\bar3) : (3\bar1\bar1)$	$(13.0.\bar{13}.4) : (40\bar41)$	$\frac{13}{4}R : 4R$		—	1	1	4 39	4 55,7
$(10.\bar3.\bar3) : (100)$	$(13.0.\bar{13}.4) : (10\bar11)$	$\frac{13}{4}R : R$		—	1	1	32 14	31 55
$(10.\bar3.\bar3) : (4\bar1\bar1)$	$(13.0.\bar{13}.4) : (50\bar52)$	$\frac{13}{4}R : \frac{5}{2}R$		—	1	1	7 6	6 54,8
$(10.\bar3.\bar3) : (2\bar1\bar1)$	$(13.0.\bar{13}.4) : (10\bar10)$	$\frac{13}{4}R : \infty R$		—	1	1	30 18	30 31,9
$(10.\bar3.\bar3) : (\bar3.\bar3.10)$	$(13.0.\bar{13}.4) : (\bar{13}.13.0.4)$	$\frac{13}{4}R : \frac{13}{4}R$		—	—	—	—	96 28,8
$(3\bar1\bar1) : (111)$	$(40\bar41) : (0001)$	$4R : 0R$	64 2	—64 43	8	8	64 23	64 23,8
$(3\bar1\bar1) : (2\bar1\bar1)$	$(40\bar41) : (10\bar10)$	$4R : \infty R$	25 8	—26 9	24	18	25 36,4	25 36,2
$(3\bar1\bar1) : (1\bar10)$	$(40\bar41) : (11\bar20)$	$4R : \infty P2$	38 29	—38 47,5	4	3	38 38,2	38 38,9
$(3\bar1\bar1) : (4\bar1\bar1)$	$(40\bar41) : (50\bar52)$	$4R : \frac{5}{2}R$	11 8,5	—12 21,5	13	11	11 39,8	11 52,5
$(3\bar1\bar1) : (5\bar2\bar2)$	$(40\bar41) : (70\bar71)$	$4R : 7R$	10 13	—10 50	3	2	10 23,8	10 17,4
$(3\bar1\bar1) : (100)$	$(40\bar41) : (10\bar11)$	$4R : R$	36 35	—37 11	27	19	36 50,3	36 50,7
$(3\bar1\bar1) : (5\bar1\bar1)$	$(40\bar41) : (20\bar21)$	$4R : 2R$	17 57	—18 0,5	1	1	17 58,75	18 10,8
$(3\bar1\bar1) : (7\bar2\bar2)$	$(40\bar41) : (30\bar31)$	$4R : 3R$		—	1	1	6 33,5	6 58,3
$(3\bar1\bar1) : (\bar111)$	$(40\bar41) : (02\bar21)$	$4R : -2R$	50 52	—51 37,5	7	5	51 20,5	51 21,1
$(3\bar1\bar1) : (3\bar53)$	$(40\bar41) : (08\bar81)$	$4R : -8R$		—	—	—	—	57 22,3
$(3\bar1\bar1) : (3\bar20)$	$(40\bar41) : (32\bar51)$	$4R : R5$	20 41	—21 23,5	9	6	21 8,2	21 19,8
$(3\bar1\bar1) : (2\bar10)$	$(40\bar41) : (21\bar31)$	$4R : R3$	19 46	—19 20	4	3	19 19	19 20
$(3\bar1\bar1) : (5\bar30)$	$(40\bar41) : (53\bar82)$	$4R : R4$		—	—	—	—	19 36,8
$(3\bar1\bar1) : (3\bar31)$	$(40\bar41) : (24\bar61)$	$4R : -2R3$		—	—	—	—	37 59,5
$(3\bar1\bar1) : (6\bar31)$	$(40\bar41) : (72\bar92)$	$4R : \frac{5}{2}R\frac{9}{2}$	10 57	—11 13,5	1	1	11 5,75	11 3
$(3\bar1\bar1) : (9\bar4\bar2)$	$(40\bar41) : (11.2.\bar{13}.3)$	$4R : 3R\frac{13}{9}$		—	1	1	7 37,5	7 25
$(3\bar1\bar1) : (3\bar21)$	$(40\bar41) : (23\bar52)$	$4R : -\frac{1}{2}R5$		—	1	1	33 52	33 59,5

Miller:		Bravais:	Naumann:	Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(3\bar1\bar1):(9\bar7\bar5)$	=	$(40\bar41):(4.12.\overline{16}.7)$ =	$4R:-\frac{8}{7}R2$ =	—	1	1	41° 6′	41° 14′
$(3\bar1\bar1):(73\bar1)$		$(40\bar41):(8.2.\overline{10}.3)$	$4R:2R\frac{5}{3}$	—	1	1	13 17	13 7,1
$(3\bar1\bar1):(73\bar2)$		$(40\bar41):(9.1.\overline{10}.2)$	$4R:4R\frac{5}{4}$	—	1	1	5 33	5 52,5
$(3\bar1\bar1):(42\bar1)$		$(40\bar41):(51\bar61)$	$4R:4R\frac{3}{2}$	—	1	1	10 36	10 35,1
$(3\bar1\bar1):(53\bar1)$		$(40\bar41):(62\bar81)$	$4R:4R2$	—	1	1	16 58	16 52
$(3\bar1\bar1):(\bar1\bar13)$		$(40\bar41):(\bar4401)$	$4R:4R$	—	1	1	—	102 42,2
$(\overline{38}.13.13):(\bar1\bar1\bar1)$		$(\overline{17}.0.17.\bar4):(000\bar1)$	$\frac{17}{4}R:0R$	—	—	—	—	65 32,7
$(\overline{38}.13.13):(\bar100)$		$(\overline{17}.0.17.\bar4):(\bar101\bar1)$	$\frac{17}{4}R:R$	38° 8′ —38° 21′	2	1	38 14,5	37 59,6
$(\overline{38}.13.13):(\bar211)$		$(\overline{17}.0.17.\bar4):(\bar1010)$	$\frac{17}{4}R:\infty R$	24 4 —24 19	2	1	24 11,5	24 27,3
$(20.\bar7.\bar7):(111)$		$(90\bar92):(0001)$	$\frac{9}{2}R:0R$	—	—	—	—	66 55,7
$(20.\bar7.\bar7):(3\bar1\bar1)$		$(90\bar92):(40\bar41)$	$\frac{9}{2}R:4R$	—	—	—	—	2 31,9
$(20.\bar7.\bar7):(8\bar3\bar3)$		$(90\bar92):(11.0.\overline{11}.2)$	$\frac{9}{2}R:\frac{11}{2}R$	—	—	—	—	3 51,5
$(20.\bar7.\bar7):(100)$		$(90\bar92):(10\bar11)$	$\frac{9}{2}R:R$	—	1	1	39 57	39 22,6
$(20.\bar7.\bar7):(2\bar1\bar1)$		$(90\bar92):(10\bar10)$	$\frac{9}{2}R:\infty R$	22 24,5 —23 19,5	1	1	23 10,5	23 4,8
$(20.\bar7.\bar7):(\bar7.\bar7.20)$		$(90\bar92):(\bar9902)$	$\frac{9}{2}R:\frac{9}{2}R$	—	—	—	—	105 38,3
$(8\bar3\bar3):(111)$		$(11.0.\overline{11}.2):(0001)$	$\frac{11}{2}R:0R$	—	—	—	—	70 47,2
$(8\bar3\bar3):(5\bar2\bar2)$		$(11.0.\overline{11}.2):(70\bar71)$	$\frac{11}{2}R:7R$		—	—	—	3 54
$(8\bar3\bar3):(20.\bar7.\bar7)$		$(11.0.\overline{11}.2):(90\bar92)$	$\frac{11}{2}R:\frac{9}{2}R$	—	—	—	—	3 51,5
$(8\bar3\bar3):(100)$		$(11.0.\overline{11}.2):(10\bar11)$	$\frac{11}{2}R:R$	—	1	1	43 24,5	43 14,1
$(8\bar3\bar3):(2\bar1\bar1)$		$(11.0.\overline{11}.2):(10\bar10)$	$\frac{11}{2}R:\infty R$	—	1	1	19 8	19 12,8
$(8\bar3\bar3):(\bar3\bar38)$		$(11.0.\overline{11}.2):(\overline{11}.11.0.2)$	$\frac{11}{2}R:\frac{11}{2}R$	—	—	—	—	109 43,6
$(5\bar2\bar2):(111)$		$(70\bar71):(0001)$	$7R:0R$	—	—	—	—	74 41,2
$(5\bar2\bar2):(2\bar1\bar1)$		$(70\bar71):(10\bar11)$	$7R:\infty R$	14 53 —15 18,5	3	2	15 5	15 18,8
$(5\bar2\bar2):(3\bar1\bar1)$		$(70\bar71):(40\bar41)$	$7R:4R$	10 13 —10 50	3	2	10 23,8	10 17,5
$(5\bar2\bar2):(100)$		$(70\bar71):(10\bar11)$	$7R:R$	47 6 —47 27	2	2	47 11,3	47 8
$(5\bar2\bar2):(4\bar1\bar1)$		$(70\bar71):(50\bar52)$	$7R:\frac{5}{2}R$	22 12 —22 25	2	1	22 18,5	22 9,9
$(5\bar2\bar2):(\bar25\bar2)$		$(70\bar71):(0\bar771)$	$7R:7R$	—	—	—	—	113 17,5
$(5\bar2\bar2):(3\bar43)$		$(70\bar71):(07\bar72)$	$7R:-\frac{7}{2}R$	—	—	—	—	56 38,7
$(5\bar2\bar2):(4\bar30)$		$(70\bar71):(43\bar71)$	$7R:R7$	—	—	—	—	24 20,8
$(5\bar2\bar2):(1\bar10)$		$(70\bar71):(11\bar20)$	$7R:\infty P2$	—	1	1	33 22,5	33 21,5
$(5\bar2\bar2):(3\bar20)$		$(70\bar71):(32\bar51)$	$7R:R5$	—	1	1	23 25	23 34,7

$(5\bar2\bar2):(10.\bar3.\bar3)$	$(70\bar71):(13.0.\bar{13}.4)$	$7R:\frac{13}{4}R$	—	1	1	15 19	15 13
$(7\bar3\bar3):(111)$	$(10.0.\bar{10}.1):(0001)$	$10R:0R$	—	—	—	—	79 9
$(7\bar3\bar3):(5\bar2\bar2)$	$(10.0.\bar{10}.1):(70\bar71)$	$10R:7R$	—	—	—	—	4 27,7
$(7\bar3\bar3):(9\bar4\bar4)$	$(10.0.\bar{10}.1):(13.0.\bar{13}.1)$	$10R:13R$	—	—	—	—	2 27,7
$(7\bar3\bar3):(100)$	$(10.0.\bar{10}.1):(10\bar11)$	$10R:R$	50 59 — 51 48	5	3	51 30,1	51 35,9
$(7\bar3\bar3):(3\bar1\bar1)$	$(10.0.\bar{10}.1):(40\bar41)$	$10R:4R$	—	1	1	14 36	14 45,2
$(7\bar3\bar3):(2\bar1\bar1)$	$(10.0.\bar{10}.1):(10\bar10)$	$10R:\infty R$	10 38 — 11 37	5	4	10 55,3	10 51
$(7\bar3\bar3):(\bar337)$	$(10.0.\bar{10}.1):(\bar{10}.10.0.1)$	$10R:10R$	—	—	—	—	116 32,4
$(9\bar4\bar4):(111)$	$(13.0.\bar{13}.1):(0001)$	$13R:0R$	—	—	—	—	81 36,7
$(9\bar4\bar4):(7\bar3\bar3)$	$(13.0.\bar{13}.1):(10.0.\bar{10}.1)$	$13R:10R$	—	—	—	—	2 27,7
$(9\bar4\bar4):(100)$	$(13.0.\bar{13}.1):(10\bar11)$	$13R:R$	—	—	—	—	54 3,6
$(9\bar4\bar4):(3\bar1\bar1)$	$(13.0.\bar{13}.1):(40\bar41)$	$13R:4R$	—	—	—	—	17 12,9
$(9\bar4\bar4):(2\bar1\bar1)$	$(13.0.\bar{13}.1):(10\bar10)$	$13R:\infty R$	8 41 — 8 48	1	1	8 44	8 23,3
$(9\bar4\bar4):(\bar4\bar49)$	$(13.0.\bar{13}.1):(\bar{13}.13.0.1)$	$13R:13R$	—	—	—	—	117 54,6
$(212):(111)$	$(01\bar15):(0001)$	$-\frac{1}{5}R:0R$	5 45,5 — 6 5	3	1	5 55,8	5 57,5
$(212):(414)$	$(01\bar15):(01\bar13)$	$-\frac{1}{5}R:-\frac{1}{3}R$	4 6,5 — 4 12,5	1	1	4 9,5	3 54,5
$(212):(929)$	$(01\bar15):(0.7.\bar7.20)$	$-\frac{1}{5}R:-\frac{7}{20}R$	4 33 — 4 36	1	1	4 34,5	4 23,5
$(212):(13.1.13)$	$(01\bar15):(04\bar49)$	$-\frac{1}{5}R:-\frac{4}{9}R$	7 20,5 — 7 21	1	1	7 20,75	7 5,8
$(212):(101)$	$(01\bar15):(01\bar12)$	$-\frac{1}{5}R:-\frac{1}{2}R$	8 30 — 9 0,5	3	1	8 48,6	8 40,5
$(212):(4\bar14)$	$(01\bar15):(05\bar57)$	$-\frac{1}{5}R:-\frac{5}{7}R$	14 39 — 14 54	1	1	14 46,5	14 28,7
$(212):(2\bar12)$	$(01\bar15):(01\bar11)$	$-\frac{1}{5}R:-R$	—	—	—	—	21 35,6
$(212):(221)$	$(01\bar15):(1\bar105)$	$-\frac{1}{5}R:-\frac{1}{5}R$	—	—	—	—	10 19,5
$(212):(433)$	$(01\bar15):(1.0.\bar1.10)$	$-\frac{1}{5}R:\frac{1}{10}R$	—	—	—	—	5 9,5
$(212):(311)$	$(01\bar15):(20\bar25)$	$-\frac{1}{5}R:\frac{2}{5}R$	—	—	—	—	10 11,5
$(212):(525)$	$(01\bar15):(01\bar14)$	$-\frac{1}{5}R:-\frac{1}{4}R$	—	—	—	—	1 28,4
$(525):(111)$	$(01\bar14):(0001)$	$-\frac{1}{4}R:0R$	7 19 — 8 3,5	1	1	7 43,8	7 25,8
$(525):(212)$	$(01\bar14):(01\bar15)$	$-\frac{1}{4}R:-\frac{1}{5}R$	—	—	—	—	1 28,4
$(525):(414)$	$(01\bar14):(01\bar13)$	$-\frac{1}{4}R:-\frac{1}{3}R$	—	—	—	—	2 26,1
$(525):(101)$	$(01\bar14):(01\bar12)$	$-\frac{1}{4}R:-\frac{1}{2}R$	6 54 — 7 47	1	1	7 9,4	7 12,2
$(525):(2\bar12)$	$(01\bar14):(01\bar11)$	$-\frac{1}{4}R:-R$	—	—	—	—	20 7,3
$(525):(1\bar11)$	$(01\bar14):(02\bar21)$	$-\frac{1}{4}R:-2R$	—	—	—	—	38 47,2

Miller:	Bravais:	Naumann:	Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(525):(211)$ =	$(01\bar{1}4):(10\bar{1}4)$ =	$-\frac{1}{4}R:\frac{1}{4}R$ =	—	—	—	—	7° 25′
$(525):(411)$	$(01\bar{1}4):(10\bar{1}2)$	$-\frac{1}{4}R:\frac{1}{2}R$	—	—	—	—	12 37,7
$(525):(552)$	$(01\bar{1}4):(1\bar{1}04)$	$-\frac{1}{4}R:-\frac{1}{4}R$	—	—	—	—	12 51,6
$(414):(111)$	$(01\bar{1}3):(0001)$	$-\frac{1}{3}R:0R$	9° 56,5′— 9° 58′	1	1	9° 57,25′	9 51,9
$(414):(525)$	$(01\bar{1}3):(01\bar{1}4)$	$-\frac{1}{3}R:-\frac{1}{4}R$	—	—	—	—	2 26,1
$(414):(929)$	$(01\bar{1}3):(0.7.\bar{7}.20)$	$-\frac{1}{3}R:-\frac{7}{20}R$	—	—	—	—	0 29
$(414):(101)$	$(01\bar{1}3):(01\bar{1}2)$	$-\frac{1}{3}R:-\frac{1}{2}R$	4 20 — 4 58,5	2	2	4 39,25	4 46,1
$(414):(2\bar{1}2)$	$(01\bar{1}3):(01\bar{1}1)$	$-\frac{1}{3}R:-R$	—	1	1	17 5	17 41,2
$(414):(4\bar{1}4)$	$(01\bar{1}3):(05\bar{5}7)$	$-\frac{1}{3}R:-\frac{5}{7}R$	10 5 —10 11	1	1	10 8	10 34,4
$(414):(1\bar{1}1)$	$(01\bar{1}3):(02\bar{2}1)$	$-\frac{1}{3}R:-2R$	—	1	1	36 18	36 22,1
$(414):(711)$	$(01\bar{1}3):(20\bar{2}3)$	$-\frac{1}{3}R:\frac{2}{3}R$	—	—	—	—	16 31,7
$(414):(441)$	$(01\bar{1}3):(1\bar{1}03)$	$-\frac{1}{3}R:-\frac{1}{3}R$	—	—	—	—	16 51
$(414):(2\bar{1}\bar{1})$	$(01\bar{1}3):(10\bar{1}0)$	$-\frac{1}{3}R:\infty R$	—	1	1	79 45	80 8,1
$(414):(13.1.13)$	$(01\bar{1}3):(04\bar{4}9)$	$-\frac{1}{3}R:-\frac{4}{9}R$	3 8 — 3 14,5	1	1	3 11,25	3 11,4
$(414):(212)$	$(01\bar{1}3):(01\bar{1}5)$	$-\frac{1}{3}R:-\frac{1}{5}R$	4 17 — 4 6,5	1	1	4 11,7	3 54,5
$(929):(111)$	$(0.7.\bar{7}.20):(0001)$	$-\frac{7}{20}R:0R$	10 31 —10 32	1	1	10 31,5	10 20,9
$(929):(414)$	$(0.7.\bar{7}.20):(01\bar{1}3)$	$-\frac{7}{20}R:-\frac{1}{3}R$	—	—	—	—	0 29
$(929):(101)$	$(0.7.\bar{7}.20):(01\bar{1}2)$	$-\frac{7}{20}R:-\frac{1}{2}R$	4 16 — 4 25	1	1	4 20,5	4 17,1
$(929):(2\bar{1}2)$	$(0.7.\bar{7}.20):(01\bar{1}1)$	$-\frac{7}{20}R:-R$	—	—	—	—	17 12,2
$(929):(1\bar{1}1)$	$(0.7.\bar{7}.20):(02\bar{2}1)$	$-\frac{7}{20}R:-2R$	35 22 —35 31	1	1	35 26,5	35 52,1
$(929):(992)$	$(0.7.\bar{7}.20):(7.\bar{7}.0.20)$	$-\frac{7}{20}R:-\frac{7}{20}R$	—	—	—	—	17 53,9
$(929):(4\bar{1}4)$	$(0.7.\bar{7}.20):(05\bar{5}7)$	$-\frac{7}{20}R:-\frac{5}{7}R$	10 1 —10 21	1	1	10 11	10 5,4
$(929):(2\bar{1}2)$	$(0.7.\bar{7}.20):(01\bar{1}5)$	$-\frac{7}{20}R:-\frac{1}{5}R$	4 33 — 4 36	1	1	4 34,5	4 23
$(13.1.13):(111)$	$(04\bar{4}9):(0001)$	$-\frac{4}{9}R:0R$	13 6 —13 11	1	1	13 8,5	13 3,3
$(13.1.13):(929)$	$(04\bar{4}9):(0.7.\bar{7}.20)$	$-\frac{4}{9}R:-\frac{7}{20}R$	—	—	—	—	2 42,4
$(13.1.13):(101)$	$(04\bar{4}9):(01\bar{1}2)$	$-\frac{4}{9}R:-\frac{1}{2}R$	1 35 — 1 40	1	1	1 37,5	1 34,7
$(13.1.13):(212)$	$(04\bar{4}9):(01\bar{1}5)$	$-\frac{4}{9}R:-\frac{1}{5}R$	7 20,5 — 7 21	1	1	7 20,75	7 5,9
$(13.1.13):(414)$	$(04\bar{4}9):(01\bar{1}3)$	$-\frac{4}{9}R:-\frac{1}{3}R$	3 8 — 3 14,5	1	1	3 11,25	3 11,4
$(13.1.13):(2\bar{1}2)$	$(04\bar{4}9):(01\bar{1}1)$	$-\frac{4}{9}R:-R$		—	—	—	14 29,8
$(13.1.13):(1\bar{1}1)$	$(04\bar{4}9):(02\bar{2}1)$	$-\frac{4}{9}R:-2R$		—	—	—	33 9,7
$(13.1.13)$: [illegible]	$(04\bar{4}9)$: [illegible]	$-\frac{4}{9}R$: [illegible]		—	—	—	[illegible]

(101) : (13.1.13)	$(10\bar{1}2):(04\bar{4}9)$	$-\frac{1}{2}R:-\frac{4}{9}R$	1 35	—1 40	1	1	1 37,5	1 34,7
(101) : $(13.\bar{2}.13)$	$(10\bar{1}2):(05\bar{5}8)$	$-\frac{1}{2}R:-\frac{5}{8}R$		—	—	—	—	3 25,5
(101) : $(2\bar{1}2)$	$(10\bar{1}2):(01\bar{1}1)$	$-\frac{1}{2}R:-R$	12 24,5	—13 33,5	4	4	13 3,7	12 55,1
(101) : $(3\bar{2}3)$	$(10\bar{1}2):(05\bar{5}4)$	$-\frac{1}{2}R:-\frac{5}{4}R$		—	—	—	—	18 28,6
(101) : $(1\bar{1}1)$	$(10\bar{1}2):(02\bar{2}1)$	$-\frac{1}{2}R:-2R$	31 0,5	—32 2	32	16	31 30,2	31 35,8
(101) : $(2\bar{3}2)$	$(10\bar{1}2):(05\bar{5}1)$	$-\frac{1}{2}R:-5R$		—	—	—	—	54 23,5
(101) : $(1\bar{2}1)$	$(10\bar{1}2):(01\bar{1}0)$	$-\frac{1}{2}R:\infty R$	74 17	—76 2	33	16	75 22	75 22,8
(101) : (100)	$(10\bar{1}2):(10\bar{1}1)$	$-\frac{1}{2}R:R$	22 15	—24 56	61	10	23 36,4	23 36,8
(101) : (211)	$(10\bar{1}2):(10\bar{1}4)$	$-\frac{1}{2}R:\frac{1}{4}R$		—	—	—	—	12 37,7
(101) : (110)	$(10\bar{1}2):(1\bar{1}02)$	$-\frac{1}{2}R:-\frac{1}{2}R$		—	1	1	25 16	25 15,4
$(13.\bar{2}.13)$: (111)	$(05\bar{5}8):(0001)$	$-\frac{5}{8}R:0R$		—	—	—	—	18 3,5
$(13.\bar{2}.13)$: (010)	$(05\bar{5}8):(0\bar{1}11)$	$-\frac{5}{8}R:R$		—	1	1	45 36	45 36,5
$(13.\bar{2}.13)$: (101)	$(05\bar{5}8):(01\bar{1}2)$	$-\frac{5}{8}R:-\frac{1}{2}R$		—	—	—	—	3 25,5
$(13.\bar{2}.13)$: $(2\bar{1}2)$	$(05\bar{5}8):(01\bar{1}1)$	$-\frac{5}{8}R:-R$		—	1	1	9 30,5	9 29,5
$(13.\bar{2}.13)$: $(1\bar{1}1)$	$(05\bar{5}8):(02\bar{2}1)$	$-\frac{5}{8}R:-2R$		—	1	1	28 16	28 9,5
$(13.\bar{2}.13)$: $(14.\bar{1}.\bar{1})$	$(05\bar{5}8):(50\bar{5}4)$	$-\frac{5}{8}R:\frac{5}{4}R$		—	—	—		28 14
$(13.\bar{2}.13)$: (2.13.13)	$(05\bar{5}8):(\bar{5}058)$	$-\frac{5}{8}R:-\frac{5}{8}R$			—	—	—	31 8,8
$(4\bar{1}4)$: (111)	$(05\bar{5}7):(0001)$	$-\frac{5}{7}R:0R$	20 36	—20 55	1	1	20 43,5	20 26,3
$(4\bar{1}4)$: $(13.\bar{2}.13)$	$(05\bar{5}7):(05\bar{5}8)$	$-\frac{5}{7}R:-\frac{5}{8}R$		—	—	—	-	2 22,8
$(4\bar{1}4)$: $(2\bar{1}2)$	$(05\bar{5}7):(01\bar{1}1)$	$-\frac{5}{7}R:-R$		—	—	—	—	7 6,8
$(4\bar{1}4)$: (101)	$(05\bar{5}7):(01\bar{1}2)$	$-\frac{5}{7}R:-\frac{1}{2}R$	5 45	—5 56	1	1	5 50,5	5 48,3
$(1\bar{1}4)$: (212)	$(05\bar{5}7):(01\bar{1}5)$	$-\frac{5}{7}R:-\frac{1}{5}R$	14 41	—14 56	1	1	14 48,4	14 28,8
$(4\bar{1}4)$: (929)	$(05\bar{5}7):(0.7.\bar{7}.20)$	$-\frac{5}{7}R:-\frac{7}{20}R$	10 5	—10 23	1	1	10 14	10 5,4
$(4\bar{1}4)$: $(1\bar{1}1)$	$(05\bar{5}7):(02\bar{2}1)$	$-\frac{5}{7}R:-2R$			—	—		25 46,7
$(4\bar{1}4)$: $(\bar{1}44)$	$(05\bar{5}7):(\bar{5}057)$	$-\frac{5}{7}R:-\frac{5}{7}R$		—	—	—		35 12,4
$(9\bar{4}9)$: (111)	$(0.13.\bar{13}.14):(0001)$	$-\frac{13}{14}R:0R$		—	—	—	—	25 50,8
$(9\bar{4}9)$: $(4\bar{1}4)$	$(0.13.\bar{13}.14):(05\bar{5}7)$	$-\frac{13}{14}R:-\frac{5}{7}R$		—	—	—	—	5 24,5
$(9\bar{4}9)$: $(2\bar{1}2)$	$(0.13.\bar{13}.14):(01\bar{1}1)$	$-\frac{13}{14}R:-R$		—	—	—		1 42,3
$(9\bar{4}9)$: $(5\bar{4}5)$	$(0.13.\bar{13}.14):(03\bar{3}2)$	$-\frac{13}{14}R:-\frac{3}{2}R$		—	1	1	12 36	12 11,9
$(9\bar{4}9)$: (101)	$(0.13.\bar{13}.14):(01\bar{1}2)$	$-\frac{13}{14}R:-\frac{1}{2}R$		—	1	1	10 56,5	11 12,8
$(9\bar{4}9)$: $(1\bar{1}1)$	$(0.13.\bar{13}.14):(02\bar{2}1)$	$-\frac{13}{14}R:-2R$		—	1	1	20 26	20 22,2
$(9\bar{4}9)$: $(99\bar{4})$	$(0.13.\bar{13}.14):(13.\bar{13}.0.14)$	$-\frac{13}{14}R:-\frac{13}{14}R$		—	—	—	- -	44 21,9

Miller:		Bravais:		Naumann:		Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(2\bar{1}2):(111)$	=	$(01\bar{1}1):(0001)$	=	$-R:0R$	=	$26^0\,55{,}5'$—$27^0\,59'$	6	5	$27^0\,34{,}3'$	$27^0\,33{,}1'$
$(2\bar{1}2):(9\bar{1}9)$		$(01\bar{1}1):(0.13.\bar{13}.14)$		$-R:-\frac{13}{14}R$		—	—	—	—	1 42,3
$(2\bar{1}2):(535)$		$(01\bar{1}1):(08\bar{8}7)$		$-R:-\frac{8}{7}R$		—	—	—	—	3 15,2
$(2\bar{1}2):(3\bar{2}3)$		$(01\bar{1}1):(05\bar{5}4)$		$-R:-\frac{5}{4}R$		—	—	—	—	5 33
$(2\bar{1}2):(101)$		$(01\bar{1}1):(01\bar{1}2)$		$-R:-\frac{1}{2}R$		12 24,5 —13 33,5	4	4	13 3,7	12 55,1
$(2\bar{1}2):(1\bar{1}1)$		$(01\bar{1}1):(02\bar{2}1)$		$-R:-2R$		18 2 —18 45,5	11	9	18 33	18 39,9
$(2\bar{1}2):(2\bar{3}2)$		$(01\bar{1}1):(05\bar{5}1)$		$-R:-5R$		—	—	—	—	41 28,4
$(2\bar{1}2):(1\bar{2}1)$		$(01\bar{1}1):(01\bar{1}0)$		$-R:\infty R$		61 54,5 —62 57	5	5	62 25	62 26,9
$(2\bar{1}2):(100)$		$(01\bar{1}1):(10\bar{1}1)$		$-R:R$		26 30 —26 38	2	2	26 34,5	26 44,6
$(2\bar{1}2):(2\bar{1}1)$		$(01\bar{1}1):(12\bar{3}2)$		$-R:-\frac{1}{2}R3$		12 0 —12 11	2	2	12 6	12 3
$(2\bar{1}2):(3\bar{1}1)$		$(01\bar{1}1):(22\bar{4}3)$		$-R:\frac{4}{3}P2$		14 16,5 —15 33	8	5	14 42,4	14 57,1
$(2\bar{1}2):(5\bar{1}1)$		$(01\bar{1}1):(20\bar{2}1)$		$-R:2R$		—	—	—	—	38 42
$(2\bar{1}2):(411)$		$(01\bar{1}1):(10\bar{1}2)$		$-R:\frac{1}{2}R$		—	—	—	—	23 36,8
$(2\bar{1}2):(22\bar{1})$		$(01\bar{1}1):(1\bar{1}01)$		$-R:-R$		—	—	—	—	47 13,39
$(2\bar{1}2):(721)$		$(01\bar{1}1):(21\bar{3}2)$		$-R:\frac{1}{2}R3$		—	1	1	21 19	21 49,8
$(2\bar{1}2):(10.\bar{3}.7)$		$(01\bar{1}1):(14\bar{5}4)$		$-R:-\frac{3}{4}R\frac{5}{3}$		—	1	1	6 25	6 15,5
$(2\bar{1}2):(14.\bar{7}.20)$		$(01\bar{1}1):(\bar{2}9\bar{7}9)$		$-R:-\frac{5}{9}R\frac{9}{5}$		—	—	—	—	5 50,9
$(\bar{7}4\bar{7}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$		$(0.\bar{11}.11.\bar{10}):(0001)$		$-\frac{11}{10}R:0R$		—	—	—	—	29 51
$(\bar{7}4\bar{7}):(\bar{1}0\bar{1})$		$(0.\bar{11}.11.\bar{10}):(0\bar{1}1\bar{2})$		$-\frac{11}{10}R:-\frac{1}{2}R$		—	—	—	—	15 13
$(\bar{7}4\bar{7}):(\bar{1}1\bar{1})$		$(0.\bar{11}.11.\bar{10}):(0\bar{2}2\bar{1})$		$-\frac{11}{10}R:-2R$		—	1	1	16 28	16 22
$(\bar{7}4\bar{7}):(\bar{1}2\bar{1})$		$(0.\bar{11}.11.\bar{10}):(0\bar{1}10)$		$-\frac{11}{10}R:\infty R$		—	1	1	60 20	60 9
$(\bar{7}4\bar{7}):(\bar{7}\bar{7}4)$		$(0.\bar{11}.11.\bar{10}):(\bar{11}.11.0.\bar{10})$		$-\frac{11}{10}R:-\frac{11}{10}R$		—	—	—	—	51 4,8
$(5\bar{3}5):(111)$		$(08\bar{8}7):(0001)$		$-\frac{8}{7}R:0R$		—	—	—	—	30 48,3
$(5\bar{3}5):(2\bar{1}2)$		$(08\bar{8}7):(01\bar{1}1)$		$-\frac{8}{7}R:-R$		—	—	—		3 15,2
$(5\bar{3}5):(323)$		$(08\bar{8}7):(05\bar{5}4)$		$-\frac{8}{7}R:-\frac{5}{4}R$		—	—	—	—	2 18,3
$(5\bar{3}5):(5\bar{1}5)$		$(08\bar{8}7):(03\bar{3}2)$		$-\frac{8}{7}R:-\frac{3}{2}R$		—	1	1	7 44	7 14,4
$(5\bar{3}5):(1\bar{1}1)$		$(08\bar{8}7):(02\bar{2}1)$		$-\frac{8}{7}R:-2R$		15 32 —15 41	1	1	15 36,5	15 24,7
$(5\bar{3}5):(010)$		$(08\bar{8}7):(0\bar{1}11)$		$-\frac{8}{7}R:R$		58 6 —58 39,5	1	1	58 22,8	58 21,4
$(5\bar{3}5):(511)$		$(08\bar{8}7):(40\bar{4}7)$		$-\frac{8}{7}R:\frac{4}{7}R$		—	—	—		26 19,7
$(5\bar{3}5):(55\bar{3})$		$(08\bar{8}7):(8\bar{8}07)$		$-\frac{8}{7}R:-\frac{8}{7}R$		—		—	—	52 39,4
$(5\bar{3}5):(101)$		$(08\bar{8}7):(01\bar{1}2)$		$-\frac{8}{7}R:-\frac{1}{2}R$		—	1	1	15 39	16 10,3
$(3\bar{2}3):(111)$		$(05\bar{5}4):(0001)$		$-\frac{5}{4}R:0R$		—	1	1	33 8,5	33 6,5

$(3\bar{2}3):(2\bar{1}\bar{1})$	$(05\bar{5}4):(1\bar{2}3\bar{1})$	$-\frac{5}{4}R:-\frac{1}{2}R3$	10 21,5	—10 34,5	2	1	10 26	10 43
$(3\bar{2}3):(4\bar{1}\bar{1})$	$(05\bar{5}4):(50\bar{5}2)$	$-\frac{5}{4}R:\frac{5}{2}R$		—	—	—	—	43 25
$(3\bar{2}3):(33\bar{2})$	$(05\bar{5}4):(5\bar{5}04)$	$-\frac{5}{4}R:-\frac{5}{4}R$		—	—	—	—	56 28
$(3\bar{2}3):(3\bar{1}0)$	$(05\bar{5}4):(314\bar{2})$	$-\frac{5}{4}R:R2$		—	—	—	—	29 35
$(5\bar{4}5):(111)$	$(03\bar{3}2):(0001)$	$-\frac{3}{2}R:0R$		—	1	1	37 37	38 2,8
$(5\bar{4}5):(101)$	$(03\bar{3}2):(01\bar{1}2)$	$-\frac{3}{2}R:-\frac{1}{2}R$	22 59,5	—23 32	3	3	23 10,1	23 24,7
$(5\bar{4}5):(2\bar{1}2)$	$(03\bar{3}2):(01\bar{1}1)$	$-\frac{3}{2}R:-R$	10 38	—10 44	2	2	10 42	10 29,7
$(5\bar{4}5):(1\bar{1}1)$	$(03\bar{3}2):(02\bar{2}1)$	$-\frac{3}{2}R:-2R$	7 9	- 8 39,5	4	4	8 5,3	8 10,3
$(5\bar{4}5):(5\bar{3}5)$	$(03\bar{3}2):(08\bar{8}7)$	$-\frac{3}{2}R:-\frac{8}{7}R$	7 35	— 7 44	1	1	7 39,5	7 14,5
$(5\bar{4}5):(\bar{4}55)$	$(03\bar{3}2):(\bar{3}032)$	$-\frac{3}{2}R:-\frac{3}{2}R$		-	—	—	—	64 31,1
$(5\bar{4}5):(7\bar{2}\bar{2})$	$(03\bar{3}2):(30\bar{3}1)$	$-\frac{3}{2}R:3R$		—	—	—	—	46 52,1
$(1\bar{1}1):(111)$	$(02\bar{2}1):(0001)$	$-2R:0R$	45 44	—46 25	14	7	46 11	46 13
$(1\bar{1}1):(5\bar{4}5)$	$(02\bar{2}1):(03\bar{3}2)$	$-2R:-\frac{3}{2}R$	7 9	— 8 39,5	4	4	8 5,3	8 10,3
$(\bar{1}1\bar{1}):(\bar{7}8\bar{7})$	$(0\bar{2}2\bar{1}):(0\bar{5}5\bar{2})$	$-2R:-\frac{5}{2}R$		--	1	1	6 21	6 18,3
$(1\bar{1}1):(101)$	$(02\bar{2}1):(01\bar{1}2)$	$-2R:-\frac{1}{2}R$	31 0,5	—32 2	32	16	31 30,2	31 35,8
$(1\bar{1}1):(2\bar{1}2)$	$(02\bar{2}1):(01\bar{1}1)$	$-2R:-R$	18 2	—18 45,5	11	9	18 33	18 39,9
$(1\bar{1}1):(2\bar{3}2)$	$(02\bar{2}1):(05\bar{5}1)$	$-2R:-5R$	22 33,5	—23 27,5	2	2	22 53,5	22 48,5
$(1\bar{1}1):(1\bar{2}1)$	$(02\bar{2}1):(01\bar{1}0)$	$-2R:\infty R$	43 34,5	— 44 5	55	28	43 46,8	43 47
$(1\bar{1}1):(2\bar{1}1)$	$(02\bar{2}1):(12\bar{3}2)$	$-2R:-\frac{1}{2}R3$	16 17	—17 39	31	19	16 49,2	16 52,2
$(1\bar{1}1):(4\bar{1}1)$	$(02\bar{2}1):(32\bar{5}4)$	$-2R:\frac{1}{4}R5$	26 37,5	—28 10	23	15	27 28,9	27 23
$(1\bar{1}1):(100)$	$(02\bar{2}1):(10\bar{1}1)$	$-2R:R$	38 25	—38 58,5	108	51	38 41,1	38 42
$(1\bar{1}1):(1\bar{1}\bar{1})$	$(02\bar{2}1):(\bar{2}20\bar{1})$	$-2R:-2R$	77 14	—77 39	29	17	77 23,4	77 24
$(1\bar{1}1):(2\bar{2}1)$	$(02\bar{2}1):(13\bar{4}1)$	$-2R:-2R2$	18 47	- 19 54,5	16	10	19 23,7	19 19,9
$(1\bar{1}1):(3\bar{3}1)$	$(02\bar{2}1):(24\bar{6}1)$	$-2R:-2R3$	28 7,5	—28 59	9	6	28 45,2	28 42,6
$(1\bar{1}1):(1\bar{1}0)$	$(02\bar{2}1):(01\bar{1}0)$	$-2R:\infty P2$	51 8	—51 38	67	17	51 18,3	51 18
$(1\bar{1}1):(5\bar{1}\bar{1})$	$(02\bar{2}1):(20\bar{2}1)$	$-2R:2R$		—	—	—	—	42 19,4
$(1\bar{1}1):(3\bar{1}0)$	$(02\bar{2}1):(31\bar{4}2)$	$-2R:R2$		—	—	—	—	32 6,9
$(1\bar{1}1):(3\bar{2}1)$	$(02\bar{2}1):(23\bar{5}2)$	$-2R:-\frac{1}{2}R5$	17 25,5	—17 40,5	2	1	17 28	17 21,5
$(1\bar{1}1):(2\bar{1}0)$	$(02\bar{2}1):(21\bar{3}1)$	$-2R:R3$	31 58	—32 0,5	2	1	31 59,2	32 1,1
$(1\bar{1}1):(5\bar{4}2)$	$(02\bar{2}1):(12\bar{3}1)$	$-2R:-R3$	16 8	—16 42,5	2	2	16 34,1	16 35,6
$(1\bar{1}1):(3\bar{2}0)$	$(02\bar{2}1):(32\bar{5}1)$	$-2R:R5$	35 51	—36 3,5	11	7	35 59,4	35 59,5
$(1\bar{1}1):(3\bar{1}1)$	$(02\bar{2}1):(40\bar{4}1)$	$-2R:4R$	50 52	—51 37,5	7	5	51 20,5	51 21,1

Miller:		Bravais:		Naumann:	Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(\bar{7}8\bar{7}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	=	$(0\bar{5}5\bar{2}):(000\bar{1})$	=	$-\frac{5}{2}R : 0R$ =	—	—	—	—	52° 31,3′
$(\bar{7}8\bar{7}):(\bar{1}2\bar{1})$		$(0\bar{5}5\bar{2}):(0\bar{1}10)$		$-\frac{5}{2}R : \infty R$	—	1	1	37° 29′	37 28,7
$(\bar{7}8\bar{7}):(\bar{1}1\bar{1})$		$(0\bar{5}5\bar{2}):(0\bar{2}2\bar{1})$		$-\frac{5}{2}R : -2R$	—	1	1	6 21	6 18,3
$(\bar{7}8\bar{7}):(\bar{1}0\bar{1})$		$(0\bar{5}5\bar{2}):(0\bar{1}1\bar{2})$		$-\frac{5}{2}R : -\frac{1}{2}R$	—	1	1	37 46,5	37 53,3
$(\bar{7}8\bar{7}):(8\bar{7}\bar{7})$		$(0\bar{5}5\bar{2}):(50\bar{5}\bar{2})$		$-\frac{5}{2}R : -\frac{5}{2}R$	—	—	—	—	86 49,5
$(\bar{5}6\bar{5}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$		$(0.\bar{1}\bar{1}.11.\bar{4}):(000\bar{1})$		$-\frac{11}{4}R : 0R$	—	—	—	—	55 7,3
$(\bar{5}6\bar{5}):(\bar{7}8\bar{7})$		$(0.\bar{1}\bar{1}.11.\bar{4}):(0\bar{5}5\bar{2})$		$-\frac{11}{4}R : -\frac{5}{2}R$	—	—	—	—	2 36
$(\bar{5}6\bar{5}):(\bar{3}4\bar{3})$		$(0.\bar{1}\bar{1}.11.\bar{4}):(0\bar{7}7\bar{2})$		$-\frac{11}{4}R : -\frac{7}{2}R$	—	—	—	—	6 10,2
$(\bar{5}6\bar{5}):(\bar{1}2\bar{1})$		$(0.\bar{1}\bar{1}.11.\bar{4}):(0\bar{1}10)$		$-\frac{11}{4}R : \infty R$	34° 24′ — 35° 9′	1	1	34 46,5	34 52,7
$(\bar{5}6\bar{5}):(\bar{1}0\bar{1})$		$(0.\bar{1}\bar{1}.11.\bar{4}):(0\bar{1}1\bar{2})$		$-\frac{11}{4}R : -\frac{1}{2}R$	—	—	—	—	40 29,3
$(\bar{5}6\bar{5}):(\bar{1}1\bar{1})$		$(0.\bar{1}\bar{1}.11.\bar{4}):(\bar{2}21\bar{1})$		$-\frac{11}{4}R : -2R$	8 48 — 9 31	1	1	9 9,5	8 54,3
$(\bar{5}6\bar{5}):(6\bar{5}\bar{5})$		$(0.\bar{1}\bar{1}.11.\bar{4}):(11.0.\bar{1}\bar{1}.\bar{4})$		$-\frac{11}{4}R : -\frac{11}{4}R$	—	—	—	—	90 32,8
$(\bar{5}6\bar{5}):(\bar{7}.12.\bar{7})$		$(0.\bar{1}\bar{1}.11.\bar{4}):(0.\bar{1}\bar{9}.19.2)$		$-\frac{11}{4}R : -\frac{19}{2}R$	22 39 — 23 21,5	1	1	23 0,25	23 28,3
$(4\bar{5}4):(111)$		$(03\bar{3}1):(0001)$		$-3R : 0R$	—	—	—	—	57 25,5
$(4\bar{5}4):(1\bar{2}1)$		$(03\bar{3}1):(01\bar{1}2)$		$-3R : \infty R$	32 16 — 32 18	1	1	32 17	32 34,5
$(4\bar{5}4):(1\bar{1}1)$		$(03\bar{3}1):(02\bar{2}1)$		$-3R : -2R$	—	1	1	11 35,5	11 12,5
$(4\bar{5}4):(3\bar{4}3)$		$(03\bar{3}1):(07\bar{7}2)$		$-3R : -\frac{7}{2}R$	—	—	—	—	3 52
$(4\bar{5}4):(101)$		$(03\bar{3}1):(01\bar{1}2)$		$-3R : -\frac{1}{2}R$	—	—	—	—	42 47,5
$(4\bar{5}4):(7\bar{2}\bar{2})$		$(03\bar{3}1):(30\bar{3}1)$		$-3R : 3R$	—	—	—	—	24 55,3
$(4\bar{5}4):(44\bar{5})$		$(03\bar{3}1):(3\bar{3}01)$		$-3R : -3R$	—	—	—	—	93 44,2
$(3\bar{4}3):(111)$		$(07\bar{7}2):(0001)$		$-\frac{7}{2}R : 0R$	—	—	—	—	61 17,5
$(3\bar{4}3):(101)$		$(07\bar{7}2):(01\bar{1}2)$		$-\frac{7}{2}R : -\frac{1}{2}R$	—	—	—	—	46 39,5
$(3\bar{4}3):(1\bar{1}1)$		$(07\bar{7}2):(02\bar{2}1)$		$-\frac{7}{2}R : -2R$	14 46 — 16 6	4	4	15 18,2	15 4,5
$(3\bar{4}3):(1\bar{2}1)$		$(07\bar{7}2):(01\bar{1}0)$		$-\frac{7}{2}R : \infty R$	28 18 — 29 11,1	4	4	28 45,1	28 42,5
$(3\bar{4}3):(2\bar{1}2)$		$(07\bar{7}2):(01\bar{1}1)$		$-\frac{7}{2}R : -R$	—	—	—	—	33 44,4
$(3\bar{4}3):(11.\bar{1}\bar{6}.11)$		$(07\bar{7}2):(09\bar{9}2)$		$-\frac{7}{2}R : -\frac{9}{2}R$	—	1	1	5 36	5 38,2
$(3\bar{4}3):(4\bar{5}4)$		$(07\bar{7}2):(03\bar{3}1)$		$-\frac{7}{2}R : -3R$	—	—	—	—	3 52
$(3\bar{4}3):(5\bar{2}\bar{2})$		$(07\bar{7}2):(70\bar{7}1)$		$-\frac{7}{2}R : 7R$	—	—	—	—	56 38,7
$(3\bar{4}3):(33\bar{4})$		$(07\bar{7}2):(7\bar{7}02)$		$-\frac{7}{2}R : -\frac{7}{2}R$	—	—	—	—	98 51
$(3\bar{4}3):(3\bar{5}3)$		$(07\bar{7}2):(08\bar{8}1)$		$-\frac{7}{2}R : -8R$	—	1	1	14 47	15 14

$(\bar{3}4\bar{3}) : (\bar{1}\bar{1}.16.\bar{1}\bar{1})$	$(0\bar{7}72) : (0\bar{9}92)$	$-\frac{7}{2}R : -\frac{9}{2}R$	—		—	—	—	5 38,2
$(\bar{3}4\bar{3}) : (\bar{1}2\bar{1})$	$(0\bar{7}72) : (0\bar{1}10)$	$-\frac{7}{2}R : \infty R$	—		1	1	28 45	28 42,5
$(\bar{3}4\bar{3}) : (\bar{1}1\bar{1})$	$(0\bar{7}72) : (0\bar{2}2\bar{1})$	$-\frac{7}{2}R : -2R$	—		1	1	15 14	15 4,5
$(\bar{3}4\bar{3}) : (\bar{8}.13.\bar{8})$	$(0\bar{7}72) : (0\bar{7}7\bar{1})$	$-\frac{7}{2}R : -7R$	—		1	1	13 36	13 23,6
$(11.\bar{1}6.11) : (111)$	$(09\bar{9}2) : (0001)$	$-\frac{9}{2}R : 0R$	—		—	—	—	66 55,7
$(11.\bar{1}6.11) : (3\bar{4}3)$	$(09\bar{9}2) : (07\bar{7}2)$	$-\frac{9}{2}R : -\frac{7}{2}R$	—		1	1	5 36	5 38,2
$(11.\bar{1}6.11) : (2\bar{3}2)$	$(09\bar{9}2) : (05\bar{5}1)$	$-\frac{9}{2}R : -5R$	—		—	—	—	2 5,8
$(11.\bar{1}6.11) : (1\bar{2}1)$	$(09\bar{9}2) : (01\bar{1}0)$	$-\frac{9}{2}R : \infty R$	—		1	1	23 11	23 4,3
$(11.\bar{1}6.11) : (1\bar{1}1)$	$(09\bar{9}2) : (02\bar{2}1)$	$-\frac{9}{2}R : -2R$	—		1	1	20 33	20 42,7
$(11.\bar{1}6.11) : (11.11.\bar{1}6)$	$(09\bar{9}2) : (9\bar{9}02)$	$-\frac{9}{2}R : -\frac{9}{2}R$	—		—	—	—	105 38,6
$(2\bar{3}2) : (111)$	$(05\bar{5}1) : (0001)$	$-5R : 0R$	—		—	—	—	69 1,5
$(2\bar{3}2) : (11.\bar{1}6.11)$	$(05\bar{5}1) : (09\bar{9}2)$	$-5R : -\frac{9}{2}R$	—		—	—	—	2 5,8
$(2\bar{3}2) : (1\bar{1}1)$	$(05\bar{5}1) : (02\bar{2}1)$	$-5R : -2R$	22 33,5	—23 27,5	2	2	22 53,5	22 48,5
$(2\bar{3}2) : (1\bar{2}1)$	$(05\bar{5}1) : (01\bar{1}0)$	$-5R : \infty R$	20 24,5	—21 37,5	4	3	20 56,3	20 58,5
$(2\bar{3}2) : (2\bar{2}1)$	$(05\bar{5}1) : (13\bar{4}1)$	$-5R : -2R2$	—		1	1	14 10,5	14 26,9
$(2\bar{3}2) : (3\bar{3}1)$	$(05\bar{5}1) : (24\bar{6}1)$	$-5R : -2R3$	—		—	—	—	17 55,5
$(2\bar{3}2) : (7\bar{3}3)$	$(05\bar{5}1) : (10.0.\bar{1}0.1)$	$-5R : 10R$	—		—	—	—	58 16,5
$(2\bar{3}2) : (2\bar{1}0)$	$(05\bar{5}1) : (21\bar{3}1)$	$-5R : R3$	—		1	1	38 18,5	38 35,4
$(2\bar{3}2) : (4\bar{1}\bar{1})$	$(15\bar{5}1) : (50\bar{5}2)$	$-5R : \frac{5}{2}R$	—		1	1	53 39	53 57,7
$(2\bar{3}2) : (22\bar{3})$	$(15\bar{5}1) : (5\bar{5}01)$	$-5R : -5R$	—		—	—	—	107 45,4
$(2\bar{3}2) : (1\bar{1}0)$	$(15\bar{5}1) : (11\bar{2}0)$	$-5R : \infty P2$	—		1	1	36 20	36 2,3
$(\bar{8}.13.\bar{8}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(0\bar{7}7\bar{1}) : (000\bar{1})$	$-7R : 0R$	—		—	—	—	74 41,2
$(\bar{8}.13.\bar{8}) : (\bar{1}\bar{1}.16.\bar{1}\bar{1})$	$(0\bar{7}7\bar{1}) : (0\bar{9}9\bar{2})$	$-7R : -\frac{9}{2}R$	—		—	—	—	7 45,5
$(\bar{8}.13.\bar{8}) : (\bar{7}.12.\bar{7})$	$(0\bar{7}7\bar{1}) : (0.\bar{1}9.19.\bar{2})$	$-7R : -\frac{19}{2}R$	—		—	—	—	3 54,4
$(\bar{8}.13.\bar{8}) : (\bar{1}2\bar{1})$	$(0\bar{7}7\bar{1}) : (0\bar{1}10)$	$-7R : \infty R$	—		1	1	15 9	15 18,8
$(\bar{8}.13.\bar{8}) : (\bar{1}1\bar{1})$	$(0\bar{7}7\bar{1}) : (0\bar{2}2\bar{1})$	$-7R : -2R$	—		1	1	28 50	28 28,2
$(\bar{8}.13.\bar{8}) : (\bar{3}4\bar{3})$	$(0\bar{7}7\bar{1}) : (0\bar{7}7\bar{2})$	$-7R : -\frac{7}{2}R$	—		1	1	13 36	13 23,5
$(\bar{8}.13.\bar{8}) : (\bar{8}.\bar{8}.13)$	$(0\bar{7}7\bar{1}) : (\bar{7}70\bar{1})$	$-7R : -7R$	—		—	—	—	113 17,5
$(3\bar{5}3) : (111)$	$(08\bar{8}1) : (0001)$	$-8R : 0R$	—		—	—	—	76 31,6
$(3\bar{5}3) : (2\bar{3}2)$	$(08\bar{8}1) : (05\bar{5}1)$	$-8R : -5R$	7 48	— 7 51	1	1	7 49,5	7 30
$(3\bar{5}3) : (1\bar{2}1)$	$(08\bar{8}1) : (01\bar{1}0)$	$-8R : \infty R$	13 26	—13 33	1	1	13 29,5	13 29,5
$(3\bar{5}3) : (3\bar{4}3)$	$(08\bar{8}1) : (07\bar{7}2)$	$-8R : -\frac{7}{2}R$	—		1	1	14 47	15 14

Miller:		Bravais:		Naumann:		Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(3\bar{5}3):(1\bar{1}1)$	=	$(08\bar{8}1):(02\bar{2}1)$	=	$-8R:-2R$	=	$30^{0}3'-30^{0}14'$	1	1	$30^{0}8{,}5'$	$30^{0}18{,}5'$
$(3\bar{5}3):(3\bar{1}\bar{1})$		$(08\bar{8}1):(40\bar{4}1)$		$-8R:4R$		—	—	—	—	57 22,3
$(3\bar{5}3):(33\bar{5})$		$(08\bar{8}1):(8\bar{8}01)$		$-8R:-7R$		—	—	—	—	114 44,6
$(\bar{7}.12.\bar{7}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$		$(0.\bar{19}.19.\bar{2}):(000\bar{1})$		$-\frac{19}{2}R:0R$		—	—	—	—	78 35,6
$(\bar{7}.12.\bar{7}):(8.13.\bar{8})$		$(0.\bar{19}.19.\bar{2}):(0\bar{7}7\bar{1})$		$-\frac{19}{2}R:-7R$		—	—	—	—	3 54,4
$(\bar{7}.12.\bar{7}):(\bar{4}7\bar{4})$		$(0.\bar{19}.19.\bar{2}):(0.\bar{11}.11.\bar{1})$		$-\frac{19}{2}R:-11R$		—	—	—	—	1 31,3
$(\bar{7}.12.\bar{7}):(\bar{1}2\bar{1})$		$(0.\bar{19}.19.\bar{2}):(0\bar{1}10)$		$-\frac{19}{2}R:\infty R$		11 5,5 — 11 47,5	3	3	11 27,4	11 24,5
$(\bar{7}.12.\bar{7}):(\bar{1}\bar{1}.16.\bar{1}\bar{1})$		$(0.\bar{19}.19.\bar{2}):(0\bar{9}9\bar{2})$		$-\frac{19}{2}R:-\frac{9}{2}R$		—	1	1	11 12	11 39,9
$(\bar{7}.12.\bar{7}):(\bar{1}1\bar{1})$		$(0.\bar{19}.19.\bar{2}):(0\bar{2}2\bar{1})$		$-\frac{19}{2}R:-2R$		32 9,5 — 32 48,5	3	3	32 25,4	32 22,5
$(\bar{7}.12.\bar{7}):(\bar{1}0\bar{1})$		$(0.\bar{19}.19.\bar{2}):(0\bar{1}1\bar{2})$		$-\frac{19}{2}R:-\frac{1}{2}R$		—	1	1	63 36	63 57,5
$(\bar{7}.12.\bar{7}):(\bar{7}.\bar{7}.12)$		$(0.\bar{19}.19.\bar{2}):(\bar{19}.19.0.\bar{2})$		$-\frac{19}{2}R:-\frac{19}{2}R$		—	—	—	—	116 11,4
$(\bar{4}7\bar{4}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$		$(0.\bar{11}.11.\bar{1}):(000\bar{1})$		$-11R:0R$		—	—	—	—	80 6,9
$(\bar{4}7\bar{4}):(\bar{7}.12.\bar{7})$		$(0.\bar{11}.11.\bar{1}):(0.\bar{19}.19.\bar{2})$		$-11R:-\frac{19}{2}R$		—	—	—	—	1 31,3
$(\bar{4}7\bar{4}):(\bar{1}2\bar{1})$		$(0.\bar{11}.11.\bar{1}):(0\bar{1}10)$		$-11R:\infty R$		—	1	1	9 35,5	9 53,1
$(\bar{4}7\bar{4}):(\bar{4}\bar{4}7)$		$(0.\bar{11}.11.\bar{1}):(\bar{11}.11.0.\bar{1})$		$-11R:-11R$		—	—	—	—	117 7
$(\bar{16}.1.0):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$		$(\bar{16}.\bar{1}.17.\bar{15}):(000\bar{1})$		$R\frac{17}{15}:0R$		—	—	—	—	29 53,
$(\bar{16}.1.0):(\bar{12}.1.0)$		$(\bar{16}.\bar{1}.17.\bar{15}):(\bar{12}.\bar{1}.13.\bar{11})$		$R\frac{17}{15}:R\frac{13}{11}$		—	—	—	—	0 58
$(\bar{16}.1.0):(\bar{1}00)$		$(\bar{16}.\bar{1}.17.\bar{15}):(\bar{1}01\bar{1})$		$R\frac{17}{15}:R$		—	1	1	2 46	2 44,8
$(\bar{16}.1.0):(\bar{4}10)$		$(\bar{16}.\bar{1}.17.\bar{15}):(\bar{4}\bar{1}5\bar{3})$		$R\frac{17}{15}:R\frac{5}{3}$		—	1	1	9 22	9 44.7
$(\bar{16}.1.0):(\bar{2}10)$		$(\bar{16}.\bar{1}.17.\bar{15}):(\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$		$R\frac{17}{15}:R3$		—	1	1	26 27	26 19
$(\bar{16}.1.0):(\bar{7}60)$		$(\bar{16}.\bar{1}.17.\bar{15}):(7.6.13.\bar{1})$		$R\frac{17}{15}:R13$		—	1	1	53 39	53 39,9
$(\bar{16}.1.0):(\bar{1}10)$		$(\bar{16}.1.17.\bar{15}):(\bar{1}\bar{1}20)$		$R\frac{17}{15}:\infty P2$		—	1	1	63 35	63 38,5
$(\bar{16}.1.0):(\bar{16}.0.1)$		$(\bar{16}.\bar{1}.17.\bar{15}):(\bar{17}.1.16.\bar{15})$		$R\frac{17}{15}:R\frac{17}{15}$		—	—	—	—	2 59,8
$(\bar{16}.1.0):(0.1.\bar{16})$		$(\bar{16}.\bar{1}.17.\bar{15}):(16.\bar{17}.1.\bar{15})$		$R\frac{17}{15}:R\frac{17}{15}$		—	—	—	—	49 24
$(\bar{12}.1.0):(\bar{1}1\bar{1})$		$(\bar{12}.\bar{1}.13.\bar{11}):(000\bar{1})$		$R\frac{11}{13}:0R$		—	—	—	—	30 43,3
$(\bar{12}.1.0):(\bar{1}00)$		$(\bar{12}.\bar{1}.13.\bar{11}):(\bar{1}01\bar{1})$		$R\frac{13}{11}:R$		3 41 — 3 48	1	1	3 44,5	3 42,7
$(\bar{12}.1.0):(\bar{10}.1.0)$		$(\bar{12}.\bar{1}.13.\bar{11}):(\bar{10}.\bar{1}.11.9)$		$R\frac{13}{11}:R\frac{11}{9}$			—	—		0 47,4
$(\bar{12}.1.0):(\bar{4}10)$		$(\bar{12}.1.13.\bar{11}):(\bar{4}\bar{1}5\bar{3})$		$R\frac{13}{11}:R\frac{5}{3}$			1	1	8 35,5	8 46,7
$(\bar{12}.1.0):(\bar{2}10)$		$(\bar{12}.\bar{1}.13.\bar{11}):(\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$		$R\frac{13}{11}:R3$			1	1	25 17	25 21
$(\bar{12}.1.0):(\bar{1}10)$		$(\bar{12}.\bar{1}.13.\bar{11}):(\bar{1}\bar{1}20)$		$R\frac{13}{11}:\infty P2$		62 36 — 62 43	1	1	62 39,5	62 40,5
$(\bar{12}.1.0):(\bar{12}.0.1)$		$(\bar{12}.\bar{1}.13.\bar{11}):(\bar{12}.1.13.\bar{11})$		$R\frac{13}{11}:R13$		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

(12.1.0) : (610)	(12.1.13.11) : (6175)	$R\frac{13}{11} : R\frac{7}{5}$		—	1	1	3 57	4 10
$(\bar{1}0.1.0) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(\bar{1}0.\bar{1}.11.\bar{9}) : (000\bar{1})$	$R\frac{11}{9} : 0R$		—	—	—	—	31 25
$(\bar{1}0.1.0) : (100)$	$(\bar{1}0.\bar{1}.11.\bar{9}) : (\bar{1}01\bar{1})$	$R\frac{11}{9} : R$		—	1	1	4 44	4 30,1
$(\bar{1}0.1.0) : (12.1.0)$	$(\bar{1}0.\bar{1}.11.\bar{9}) : (\bar{1}2.\bar{1}.13.\bar{1}\bar{1})$	$R\frac{11}{9} : R\frac{13}{11}$		—	—	—	—	0 47,4
$(\bar{1}0.1.0) : (610)$	$(\bar{1}0.\bar{1}.11.\bar{9}) : (\bar{6}\bar{1}7\bar{5})$	$R\frac{11}{9} : R\frac{7}{5}$		—	—	—	—	3 22,6
$(\bar{1}0.1.0) : (\bar{4}10)$	$(\bar{1}0.\bar{1}.11.\bar{9}) : (\bar{4}\bar{1}5\bar{3})$	$R\frac{11}{9} : R\frac{5}{3}$		—	1	1	7 40	7 59,3
$(\bar{1}0.1.0) : (\bar{3}10)$	$(\bar{1}0.\bar{1}.11.\bar{9}) : (\bar{3}\bar{1}4\bar{2})$	$R\frac{11}{9} : R2$		—	1	1	12 56,5	13 3
$(\bar{1}0.1.0) : (\bar{2}10)$	$(\bar{1}0.\bar{1}.11.\bar{9}) : (\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$	$R\frac{11}{9} : R3$		—	1	1	24 18	24 33,6
$(\bar{1}0.1.0) : (\bar{1}5.13.0)$	$(\bar{1}0.\bar{1}.11.\bar{9}) : (\bar{1}5.\bar{1}3.28.\bar{2})$	$R\frac{11}{9} : R14$		—	1	1	52 22	52 36,3
$(\bar{1}0.1.0) : (\bar{1}3.12.0)$	$(\bar{1}0.\bar{1}.11.\bar{9}) : (\bar{1}3.\bar{1}2.25.\bar{1})$	$R\frac{11}{9} : R25$		—	1	1	56 27	56 39,5
$(\bar{1}0.1.0) : (10.0.1)$	$(\bar{1}0.\bar{1}.11.\bar{9}) : (\bar{1}\bar{1}.1.10.\bar{9})$	$R\frac{11}{9} : R\frac{11}{9}$		—	—	—	—	4 54,6
$(\bar{1}0.1.0) : (0.1.\bar{1}0)$	$(\bar{1}0.\bar{1}.11.\bar{9}) : (10.\bar{1}\bar{1}.1.\bar{9})$	$R\frac{11}{9} : R\frac{11}{9}$		—	—	—	—	50 44
$(\bar{1}0.1.0) : (110)$	$(\bar{1}0.\bar{1}.11.\bar{9}) : (\bar{1}\bar{1}20)$	$R\frac{11}{9} : \infty P2$		—	1	1	61 40	61 53,1
$(\bar{6}10) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (000\bar{1})$	$R\frac{7}{5} : 0R$		—	—	—	—	34 24,4
$(\bar{6}10) : (\bar{1}0.1.0)$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (\bar{1}0.\bar{1}.11.\bar{9})$	$R\frac{7}{5} : R\frac{11}{9}$		—	—	—	—	3 22,6
$(\bar{6}10) : (\bar{4}10)$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (\bar{4}\bar{1}5\bar{3})$	$R\frac{7}{5} : R\frac{5}{3}$	4 43	— 5 4,5	3	3	4 51,5	4 36,7
$(\bar{6}10) : (\bar{1}00)$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (\bar{1}01\bar{1})$	$R\frac{7}{5} : R$	7 28	— 8 8	4	3	7 44,5	7 52,7
$(\bar{6}10) : (\bar{1}2.1.0)$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (\bar{1}2.\bar{1}.13.\bar{1}\bar{1})$	$R\frac{7}{5} : R\frac{13}{11}$		—	1	1	3 57	4 10
$(\bar{6}10) : (\bar{1}1.3.0)$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (\bar{1}1.\bar{3}.14.\bar{8})$	$R\frac{7}{5} : R\frac{7}{4}$		—	1	1	6 30	5 56,9
$(\bar{6}10) : (\bar{3}10)$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (\bar{3}\bar{1}4\bar{2})$	$R\frac{7}{5} : R2$		—	1	1	10 6	9 40,4
$(\bar{6}10) : (\bar{8}30)$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (\bar{8}.\bar{3}.11.\bar{5})$	$R\frac{7}{5} : R\frac{11}{5}$		—	1	1	13 4	12 43,7
$(\bar{6}10) : (\bar{2}10)$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$	$R\frac{7}{5} : R3$	20 51	—21 33,5	4	4	21 10,9	21 11
$(\bar{6}10) : (\bar{9}50)$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{4})$	$R\frac{7}{5} : R\frac{7}{2}$		—	1	1	25 51,5	25 21,9
$(\bar{6}10) : (\bar{3}20)$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (\bar{3}\bar{2}5\bar{1})$	$R\frac{7}{5} : R5$		—	1	1	34 21	33 55,6
$(\bar{6}10) : (\bar{4}30)$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (\bar{4}\bar{3}7\bar{1})$	$R\frac{7}{5} : R7$		—	1	1	40 46	40 26,7
$(\bar{6}10) : (601)$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (\bar{7}16\bar{5})$	$R\frac{7}{5} : R\frac{7}{5}$		—	—	—	—	8 34,8
$(\bar{6}10) : (016)$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (6\bar{7}1\bar{5})$	$R\frac{7}{5} : R\frac{7}{5}$		—	—	—	—	53 10,4
$(\bar{6}10) : (110)$	$(\bar{6}\bar{1}7\bar{5}) : (\bar{1}\bar{1}20)$	$R\frac{7}{5} : \infty P2$	58 17	—58 56	4	4	58 38	58 30,5
$(\bar{4}10) : (\bar{1}\bar{1}1)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}) : (000\bar{1})$	$R\frac{5}{3} : 0R$		—	—	—	—	38 33,1
$(\bar{4}10) : (610)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}) : (\bar{6}\bar{1}7\bar{5})$	$R\frac{5}{3} : R\frac{7}{5}$	4 43	— 5 4,5	3	3	4 51,5	4 36,7
$(\bar{4}10) : (\bar{1}1.3.0)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}) : (\bar{1}1.\bar{3}.\bar{1}4.\bar{8})$	$R\frac{5}{3} : R\frac{7}{4}$			—	—	—	1 20,3
$(\bar{4}10) : (\bar{1}6.1.0)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}) : (\bar{1}6.\bar{1}.17.\bar{1}5)$	$R\frac{5}{3} : R\frac{17}{15}$		-	1	1	9 22	9 44,7
$(\bar{4}10) : (\bar{1}2.1.0)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}) : (\bar{1}2.\bar{1}.13.\bar{1}\bar{1})$	$R\frac{5}{3} : R\frac{13}{11}$		—	1	1	8 35,5	8 46,7

Miller:	Bravais:	Naumann:	Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(\bar{4}10):(\overline{10}.1.0)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}):(\overline{10}.\bar{1}.11.\bar{9})$	$R\frac{5}{3}:R\frac{11}{9}$	—	1	1	7° 40′	7° 59,3′
$(\bar{4}10):(\bar{3}10)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}):(\bar{3}\bar{1}4\bar{2})$	$R\frac{5}{3}:R2$	—	1	1	4 42	5 3,7
$(\bar{4}10):(\overline{11}.5.0)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}):(\overline{11}.\bar{5}.16.\bar{6})$	$R\frac{5}{3}:R\frac{8}{3}$	—	1	1	13 25	13 16,5
$(\bar{4}10):(\bar{2}10)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}):(\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$	$R\frac{5}{3}:R3$	16° 4′ —17° 5′	10	9	16 28,5	16 34,3
$(\bar{4}10):(\bar{7}50)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}):(\bar{7}.\bar{5}.12.\bar{2})$	$R\frac{5}{3}:R6$	—	1	1	33 20	33 2,1
$(\bar{4}10):(\bar{7}60)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}):(\bar{7}.\bar{6}.13.\bar{1})$	$R\frac{5}{3}:R13$	—	1	1	44 17	43 55,2
$(\bar{4}10):(\overline{15}.13.0)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}):(\overline{15}.\overline{13}.28.\bar{2})$	$R\frac{5}{3}:R14$	—	1	1	44 42	44 37
$(\bar{4}10):(\overline{13}.12.0)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}):(\overline{13}.\overline{12}.25.\bar{1})$	$R\frac{5}{3}:R25$	—	1	1	48 47	48 40,3
$(\bar{4}10):(\bar{1}00)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}):(\bar{1}01\bar{1})$	$R\frac{5}{3}:R$	12 10 —13 1,5	13	9	12 28,4	12 29,4
$(\bar{4}10):(\bar{1}10)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}):(\bar{1}\bar{1}20)$	$R\frac{5}{3}:\infty P2$	53 27,5 —54 13	12	9	53 53,9	53 53,8
$(\bar{4}10):(101)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}):(\bar{5}14\bar{3})$	$R\frac{5}{3}:R\frac{5}{3}$	—	—	—	—	13 33,3
$(\bar{4}10):(011)$	$(\bar{4}\bar{1}5\bar{3}):(4\bar{5}1\bar{3})$	$R\frac{5}{3}:R\frac{5}{3}$	—	—	—	—	56 12,7
$(11.\bar{3}.0):(111)$	$(11.3.\overline{14}.8):(0001)$	$R\frac{7}{4}:0R$	—	—	—	—	39 48,4
$(11.\bar{3}.0):(100)$	$(11.3.\overline{14}.8):(10\bar{1}1)$	$R\frac{7}{4}:R$	13 15 —13 53	1	1	13 34	13 49,6
$(11.\bar{3}.0):(1\bar{1}0)$	$(11.3.\overline{14}.8):(11\bar{2}0)$	$R\frac{7}{4}:\infty P2$	52 30 —53 8	1	1	52 49	52 33,6
$(11.\bar{3}.0):(3\bar{1}0)$	$(11.3.\overline{14}.8):(31\bar{4}2)$	$R\frac{7}{4}:R2$	—	—	—	—	3 43,5
$(11.\bar{3}.0):(3\bar{2}0)$	$(11.3.\overline{14}.8):(32\bar{5}1)$	$R\frac{7}{4}:R5$	27 48 —28 26	1	1	28 7	27 58,7
$(11.\bar{3}.0):(11.0.\bar{3})$	$(11.3.\overline{14}.8):(14.\bar{3}.\overline{11}.8)$	$R\frac{7}{4}:R\frac{7}{4}$	—	—	—	—	14 59,2
$(11.\bar{3}.0):(0.\bar{3}.11)$	$(11.3.\overline{14}.8):(\overline{11}.14.\bar{3}.8)$	$R\frac{7}{4}:R\frac{7}{4}$	—	—	—	—	57 2,6
$(\overline{11}.3.0):(1\bar{1}\bar{1})$	$(\overline{11}.\bar{3}.14.\bar{8}):(0001)$	$R\frac{7}{4}:0R$	—	—	—	—	39 48,4
$(\overline{11}.3.0):(\bar{4}10)$	$(\overline{11}.\bar{3}.14.\bar{8}):(\bar{4}\bar{1}5\bar{3})$	$R\frac{7}{4}:R\frac{5}{3}$	—	—	—	—	1 20,3
$(\overline{11}.3.0):(\bar{3}10)$	$(\overline{11}.\bar{3}.14.\bar{8}):(\bar{3}\bar{1}4\bar{2})$	$R\frac{7}{4}:R2$	3 33 — 3 37	2	1	3 35,5	3 43,5
$(\overline{11}.3.0):(\bar{1}00)$	$(\overline{11}.\bar{3}.14.\bar{8}):(\bar{1}01\bar{1})$	$R\frac{7}{4}:R$	14 3 —14 6,5	2	1	14 5	13 49,6
$(\overline{11}.3.0):(\bar{1}10)$	$(\overline{11}.\bar{3}.14.\bar{8}):(\bar{1}\bar{1}20)$	$R\frac{7}{4}:\infty P2$	52 24 —52 53,5	3	2	52 32,9	52 33,6
$(\overline{11}.3.0):(\bar{2}10)$	$(\overline{11}.\bar{3}.14.\bar{8}):(\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$	$R\frac{7}{4}:R3$	14 53,5 —15 22,8	3	2	15 8,5	15 14,1
$(\overline{11}.3.0):(\bar{3}20)$	$(\overline{11}.\bar{3}.14.\bar{8}):(\bar{3}\bar{2}5\bar{1})$	$R\frac{7}{4}:R5$		1	1	27 51	27 58,7
$(\overline{11}.3.0):(\bar{7}30)$	$(\overline{11}.\bar{3}.14.\bar{8}):(\bar{4}\bar{3}7\bar{1})$	$R\frac{7}{4}:R7$	34 18 —34 44	1	1	34 31	34 29,8
$(\overline{11}.3.0):(\bar{5}40)$	$(\overline{11}.\bar{3}.14.\bar{8}):(\bar{5}\bar{4}9\bar{1})$	$R\frac{7}{4}:R9$	—	1	1	38 20	38 18
$(\overline{11}.3.0):(\overline{11}.0.3)$	$(\overline{11}.\bar{3}.14.\bar{8}):(\overline{14}.3.11.\bar{8})$	$R\frac{7}{4}:R\frac{7}{4}$				—	14 59,2
$(\overline{11}.3.0):(0.3.\overline{11})$	$(\overline{11}.\bar{3}.14.\bar{8}):(11.\overline{14}.3.\bar{8})$	$R\frac{7}{4}:R\frac{7}{4}$	—		—		57 2,6
$(\overline{10}.3.0):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(\overline{10}.\bar{3}.13.\bar{7}):(000\bar{1})$	$R\frac{13}{7}:0R$	—		—		41 19,9

$(\bar{1}\bar{0}.3.0):(\bar{1}00)$	$(\bar{1}\bar{0}.\bar{3}.13.\bar{7}):(\bar{1}01\bar{1})$	$R\frac{13}{7}:R$	—	1	1	15 26	15 29
$(\bar{1}\bar{0}.3.0):(\bar{2}10)$	$(\bar{1}\bar{0}.\bar{3}.13.\bar{7}):(\bar{2}13\bar{1})$	$R\frac{13}{7}:R3$	—	1	1	13 30	13 34,6
$(\bar{1}\bar{0}.3.0):(\bar{1}10)$	$(\bar{1}\bar{0}.\bar{3}.13.\bar{7}):(\bar{1}120)$	$R\frac{13}{7}:\infty P2$	—	1	1	50 52	50 54,1
$(\bar{1}\bar{0}.3.0):(\bar{1}\bar{8}.13.0)$	$(\bar{1}\bar{0}.\bar{3}.13.\bar{7}):(\bar{1}\bar{8}.\bar{1}\bar{3}.31.5)$	$R\frac{13}{7}:R\frac{31}{5}$	—	1	1	30 33	30 39
$(\bar{1}0.3.0):(\bar{1}\bar{8}.17.0)$	$(\bar{1}\bar{0}.\bar{3}.13.\bar{7}):(\bar{1}\bar{8}.\bar{1}\bar{7}.35.\bar{1})$	$R\frac{13}{7}:R35$	—	1	1	47 7	47 ·9,7
$(\bar{1}0.3.0):(\bar{1}\bar{0}.0.3)$	$(\bar{1}\bar{0}.\bar{3}.13.\bar{7}):(\bar{1}\bar{3}.3.10.\bar{7})$	$R\frac{13}{7}:R\frac{13}{7}$	—	—	—	—	16 45,1
$(\bar{1}0.3.0):(0.3.\bar{1}\bar{0})$	$(\bar{1}\bar{0}.\bar{3}.13.\bar{7}):(10.\bar{1}\bar{3}.3.\bar{7})$	$R\frac{13}{7}:R\frac{13}{7}$	—	—	—	—	58 1
$(3\bar{1}0):(111)$	$(31\bar{4}2):(0001)$	$R2:0R$	—	—	—	—	43 14,7
$(3\bar{1}0):(11.\bar{3}.0)$	$(31\bar{4}2):(11.3.\bar{1}\bar{4}.8)$	$R2:R\frac{7}{4}$	—	—	—	—	3 43,6
$(3\bar{1}0):(14.\bar{5}.0)$	$(31\bar{4}2):(14.5.\bar{1}\bar{9}.9)$	$R2:R\frac{19}{2}$	—	—	—	—	1 32,3
$(3\bar{1}0):(100)$	$(31\bar{4}2):(10\bar{1}1)$	$R2:R$	17 13,5 — 17 40	3	3	17 36,5	17 33,1
$(3\bar{1}0):(1\bar{1}0)$	$(31\bar{4}2):(11\bar{2}0)$	$R2:\infty P2$	48 38,5 — 48 54,5	3	3	48 46	48 50,1
$(3\bar{1}0):(2\bar{1}0)$	$(31\bar{4}2):(21\bar{3}1)$	$R2:R3$	11 24,5 — 11 41,5	3	3	11 31,4	11 30,6
$(3\bar{1}0):(3\bar{2}0)$	$(31\bar{4}2):(32\bar{5}1)$	$R2:R5$	24 23 — 24 23,5	2	2	24 23,3	24 15,2
$(3\bar{1}0):(15.\bar{1}\bar{1}.0)$	$(31\bar{4}2):(15.11.\bar{2}\bar{6}.4)$	$R2:R\frac{13}{2}$	—	1	1	29 31	29 26,6
$(3\bar{1}0):(4\bar{1}\bar{1})$	$(31\bar{4}2):(50\bar{5}2)$	$R2:\frac{5}{2}R$	—	—	—	—	13 50
$(3\bar{1}0):(2\bar{1}1)$	$(31\bar{4}2):(12\bar{3}2)$	$R2:-\frac{1}{2}R3$	—	—	—	—	18 52
$(3\bar{1}0):(3\bar{2}3)$	$(31\bar{4}2):(05\bar{5}4)$	$R2:-\frac{5}{4}R$	—	—	—	—	29 34,9
$(3\bar{1}0):(1\bar{1}1)$	$(31\bar{4}2):(02\bar{2}1)$	$R2:-2R$	—	—	—	—	32 6,9
$(3\bar{1}0):(5\bar{1}\bar{1})$	$(31\bar{4}2):(20\bar{2}1)$	$R2:2R$	—	—	—	—	10 12,5
$(3\bar{1}0):(30\bar{1})$	$(31\bar{4}2):(4\bar{1}\bar{3}2)$	$R2:R2$	—	—	—	—	18 56,8
$(3\bar{1}0):(0\bar{1}3)$	$(31\bar{4}2):(\bar{3}4\bar{1}2)$	$R2:R2$	—	—	—	—	59 9,8
$(\bar{3}10):(1\bar{1}\bar{1})$	$(\bar{3}\bar{1}42):(000\bar{1})$	$R2.0R$	—	—	—	—	43 14,7
$(\bar{3}10):(\bar{1}\bar{0}.3.0)$	$(\bar{3}\bar{1}42):(\bar{1}\bar{0}.\bar{3}.13.\bar{7})$	$R2:R\frac{13}{7}$	—	1	1	1 59	2 4
$(\bar{3}10):(\bar{8}30)$	$(\bar{3}\bar{1}42):(\bar{8}.\bar{3}.11.\bar{5})$	$R2:R\frac{11}{5}$	—	1	1	2 57	2 43,1
$(\bar{3}10):(\bar{1}00)$	$(\bar{3}\bar{1}42):(\bar{1}01\bar{1})$	$R2:R$	17 8 — 17 43,5	3	3	17 24,2	17 33,1
$(\bar{3}10):(\bar{1}10)$	$(\bar{3}\bar{1}42):(\bar{1}\bar{1}20)$	$R2:\infty P2$	48 41 — 49 16	4	4	48 51,6	48 50,1
$(\bar{3}10):(\bar{1}\bar{0}.1.0)$	$(\bar{3}\bar{1}42):(\bar{1}\bar{0}.\bar{1}.11.\bar{9})$	$R2:R\frac{11}{9}$	—	1	1	12 56,5	13 3
$(\bar{3}10):(\bar{6}10)$	$(\bar{3}\bar{1}42):(\bar{6}\bar{1}7\bar{5})$	$R2:R\frac{7}{5}$	—	1	1	10 6	9 40,4
$(\bar{3}10):(\bar{4}10)$	$(\bar{3}\bar{1}42):(\bar{4}\bar{1}5\bar{3})$	$R2:R\frac{5}{3}$	—	1	1	4 42	5 3,7
$(\bar{3}10):(\bar{1}\bar{1}.3.0)$	$(\bar{3}\bar{1}42):(\bar{1}\bar{1}.\bar{3}.14.\bar{8})$	$R2:R\frac{7}{4}$	3 33 — 3 37	2	1	3 35,5	3 43,5
$(\bar{3}10):(\bar{2}10)$	$(\bar{3}\bar{1}42):(\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$	$R2:R3$	11 16,5 — 11 31	3	3	11 18,1	11 30,6
$(\bar{3}10):(\bar{9}50)$	$(\bar{3}\bar{1}42):(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{4})$	$R2:R\frac{7}{2}$	—	1	1	15 46	15 41,5
$(\bar{3}10):(\bar{3}20)$	$(\bar{3}\bar{1}42):(\bar{3}\bar{2}5\bar{1})$	$R2:R5$	—	1	1	24 14	24 15,2

Miller:		Bravais:		Naumann:	Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(\bar{3}10):(\bar{7}50)$	=	$(\bar{3}\bar{1}4\bar{2}):(\bar{7}.\bar{5}.12.\bar{2})$	=	$R2:R6$	—	1	1	24° 38′	27° 58,2′
$(\bar{3}10):(\bar{4}30)$		$(\bar{3}\bar{1}4\bar{2}):(\bar{4}\bar{3}7\bar{1})$		$R2:R7$		1	1	30 41	30 46,3
$(\bar{3}10):(\bar{5}40)$		$(\bar{3}\bar{1}4\bar{2}):(\bar{3}\bar{4}9\bar{1})$		$R2:R9$	—	1	1	34 43	34 34,5
$(\bar{3}10):(\overline{18}.17.0)$		$(\bar{3}\bar{1}4\bar{2}):(\overline{18}.\overline{17}.35.\bar{1})$		$R2:R35$	—	1	1	45 7	45 5,7
$(\bar{3}10):(\bar{3}01)$		$(\bar{3}\bar{1}4\bar{2}):(\bar{4}13\bar{2})$		$R2:R2$	—	—	—	—	18 56,8
$(\bar{3}10):(01\bar{3})$		$(\bar{3}\bar{1}4\bar{2}):(3\bar{4}1\bar{2})$		$R2:R2$	—	—	—	—	59 9,8
$(\bar{3}10):(\bar{1}1\bar{1})$		$(\bar{3}\bar{1}4\bar{2}):(0\bar{2}21)$		$R2:-2R$	—	—	—	—	32 6,9
$(\bar{3}10):(\bar{2}1\bar{1})$		$(\bar{3}\bar{1}4\bar{2}):(\bar{1}\bar{2}3\bar{2})$		$R2:-\frac{1}{2}R3$	—	—	—	—	18 52
$(14.\bar{5}.0):(111)$		$(14.5.\overline{19}.9):(0001)$		$R^{1,9}_{9}:0R$	—	—	—	—	44 40,6
$(14.\bar{5}.0):(17.\bar{7}.0)$		$(14.5.\overline{19}.9):(17.7.\overline{24}.10)$		$R^{1,9}_{9}:R^{1,2}_{5}$	—	—	—	—	3 41,9
$(14.\bar{5}.0):(3\bar{1}0)$		$(14.5.\overline{19}.9):(31\bar{4}2)$		$R^{1,9}_{9}:R2$	—	—	—		1 32,3
$(14.\bar{5}.0):(100)$		$(14.5.\overline{19}.9):(10\bar{1}1)$		$R^{1,9}_{9}:R$	—	1	1	18 59	19 5,4
$(14.\bar{5}.0):(1\bar{1}0)$		$(14.5.\overline{19}.9):(11\bar{2}0)$		$R^{1,9}_{9}:\infty P2$	47° 15′ —47° 19′	1	1	47 17	47 17,8
$(14.\bar{5}.0):(3\bar{2}0)$		$(14.5.\overline{19}.9):(32\bar{5}1)$		$R^{1,9}_{9}:R5$	—	1	1	22 49	22 42,9
$(14.\bar{5}.0):(14.0.\bar{5})$		$(14.5.\overline{19}.9):(19.\bar{5}.\overline{14}.9)$		$R^{1,9}_{9}:R^{1,9}_{9}$	—	—	—		20 33,4
$(14.\bar{5}.0):(0.\bar{5}.12)$		$(14.5.\overline{19}.9):(\overline{14}.19.\bar{5}.9)$		$R^{1,9}_{9}:R^{1,9}_{9}$	—	—	—		59 57,6
$(17.\bar{7}.0):(111)$		$(17.7.\overline{24}.10):(0001)$		$R^{1,2}_{5}:0R$	—	—	—		48 8,8
$(17.\bar{7}.0):(14.\bar{5}.0)$		$(17.7.\overline{24}.10):(14.5.\overline{19}.9)$		$R^{1,2}_{5}:R^{1,9}_{9}$	—	—	—		3 41,9
$(17.\bar{7}.0):(2\bar{1}0)$		$(17.7.\overline{24}.10):(21\bar{3}1)$		$R^{1,2}_{5}:R3$	—	—	—		6 16,4
$(17.\bar{7}.0):(100)$		$(17.7.\overline{24}.10):(10\bar{1}1)$		$R^{1,2}_{5}:R$	22 18,5 —22 23,5	1	1	22 21	22 47,3
$(17.\bar{7}.0):(5\bar{3}0)$		$(17.7.\overline{24}.10):(33\bar{8}2)$		$R^{1,2}_{5}:R4$	—	1	1	14 0,5	13 52,9
$(17.\bar{7}.0):(3\bar{2}0)$		$(17.7.\overline{24}.10):(32\bar{5}1)$		$R^{1,2}_{5}:R5$	19 16,5 —19 23,5	1	1	19 20	19 1
$(17.\bar{7}.0):(1\bar{1}0)$		$(17.7.\overline{24}.10):(11\bar{2}0)$		$R^{1,2}_{5}:\infty P2$	43 41 —43 48	1	1	43 44,5	43 35,9
$(17.\bar{7}.0):(17.0.\bar{7})$		$(17.7.\overline{24}.10):(24.\bar{7}.\overline{17}.10)$		$R^{1,2}_{5}:R^{1,2}_{5}$	—	—	—		24 24,2
$(17.\bar{7}.0):(0.\bar{7}.17)$		$(17.7.\overline{24}.10):(\overline{17}.24.\bar{7}.10)$		$R^{1,2}_{5}:R^{1,2}_{5}$	—	—			61 42,2
$(\overline{17}.7.0):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$		$(\overline{17}.\bar{7}.24.\overline{10}):(000\bar{1})$		$R^{1,2}_{5}:0R$	—				48 8,8
$(\overline{17}.7.0):(\bar{3}10)$		$(\overline{17}.\bar{7}.24.\overline{10}):(3\bar{1}4\bar{2})$		$R^{1,2}_{5}:R2$					5 14,2
$(\overline{17}.7.0):(\overline{11}.5.0)$		$(\overline{17}.\bar{7}.24.\overline{10}):(\overline{11}.\bar{5}.16.\bar{6})$		$R^{1,2}_{5}:R\frac{8}{3}$	—				2 58,5
$(\overline{17}.7.0):(\bar{4}10)$		$(\overline{17}.\bar{7}.24.\overline{10}):(\bar{4}\bar{1}5\bar{3})$		$R^{1,2}_{5}:R\frac{5}{3}$	10 16 —10 19	1	1	10 17,5	10 17,9
$(\overline{17}.7.0):(\bar{1}00)$		$(\overline{17}.\bar{7}.24.\overline{10}):(\bar{1}01\bar{1})$		$R^{1,2}_{5}:R$	22 38 —22 49	1	1	22 43,5	22 47,3
$(\overline{17}.7.0):(\bar{1}10)$		$(\overline{17}.\bar{7}.24.\overline{10}):(\bar{1}\bar{1}20)$		$R^{1,2}_{5}:\infty P2$	43 33 —43 43	1	1	43 38	43 35,9

$(\bar{1}\bar{1}.5.0) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(\bar{1}\bar{1}.\bar{5}.16.\bar{6}) : (000\bar{1})$	$R\frac{8}{3} : 0R$	—	—	—	—	50 57,1
$(\bar{1}\bar{1}.5.0) : (\bar{1}\bar{7}.7.0)$	$(\bar{1}\bar{1}.\bar{5}.16.\bar{6}) : (\bar{1}\bar{7}.\bar{7}.24.\bar{1}\bar{0})$	$R\frac{8}{3} : R\frac{12}{5}$	—	—	—	—	2 58,5
$(\bar{1}\bar{1}.5.0) : (\bar{2}10)$	$(\bar{1}\bar{1}.\bar{5}.16.\bar{6}) : (\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$	$R\frac{8}{3} : R3$	—	—	—	—	3 17,9
$(\bar{1}\bar{1}.5.0) : (\bar{1}00)$	$(\bar{1}\bar{1}.\bar{5}.16.\bar{6}) : (\bar{1}011)$	$R\frac{8}{3} : R$	—	1	1	25 51	25 45,8
$(\bar{1}\bar{1}.5.0) : (\bar{4}10)$	$(\bar{1}\bar{1}.\bar{5}.16.\bar{6}) : (\bar{4}\bar{1}5\bar{3})$	$R\frac{8}{3} : R\frac{5}{3}$	—	1	1	13 25	13 16,5
$(\bar{1}\bar{1}.5.0) : (\bar{7}50)$	$(\bar{1}\bar{1}.\bar{5}.16.\bar{6}) : (\bar{7}.\bar{5}.12.\bar{2})$	$R\frac{8}{3} : R6$	—	1	1	19 55	19 45,6
$(\bar{1}\bar{1}.5.0) : (\bar{1}10)$	$(\bar{1}\bar{1}.\bar{5}.16.\bar{6}) : (\bar{1}\bar{1}20)$	$R\frac{8}{3} : \infty P2$	—	1	1	40 33	40 37,4
$(\bar{1}\bar{1}.5.0) : (\bar{1}\bar{1}.0.5)$	$(\bar{1}\bar{1}.\bar{5}.16.\bar{6}) : (\bar{1}\bar{6}.5.11.\bar{6})$	$R\frac{8}{3} : R\frac{8}{3}$	—	—	—	—	27 26,5
$(\bar{1}\bar{1}.5.0) : (0.5.\bar{1}\bar{1})$	$(\bar{1}\bar{1}.\bar{5}.16.\bar{6}) : (11.\bar{1}\bar{6}.5.\bar{6})$	$R\frac{8}{3} : R\frac{8}{3}$	—	—	—	—	62 54,4
$(2\bar{1}0) : (111)$	$(21\bar{3}1) : (0001)$	$R3 : 0R$	—	—	—	—	54 4,6
$(2\bar{1}0) : (100)$	$(21\bar{3}1) : (10\bar{1}1)$	$R3 : R$	28 4 —30 15	55	21	29 3,2	29 3,7
$(2\bar{1}0) : (3\bar{1}0)$	$(21\bar{3}1) : (31\bar{4}2)$	$R3 : R2$	11 16,5 —11 41,5	6	6	11 26	11 30,6
$(2\bar{1}0) : (17.\bar{7}.0)$	$(21\bar{3}1) : (17.7.\bar{2}\bar{4}.10)$	$R3 : R\frac{12}{5}$	—	—	—	—	6 16,4
$(2\bar{1}0) : (13.\bar{7}.0)$	$(21\bar{3}1) : (13.7.\bar{2}\bar{0}.6)$	$R3 : R\frac{10}{3}$	—	1	1	3 11	2 51,9
$(2\bar{1}0) : (5\bar{3}0)$	$(21\bar{3}1) : (53\bar{8}2)$	$R3 : R4$	7 9 — 7 59,5	3	3	7 32,4	7 36,5
$(2\bar{1}0) : (3\bar{2}0)$	$(21\bar{3}1) : (32\bar{5}1)$	$R3 : R5$	12 20,5 —13	11	8	12 45,2	12 44,6
$(2\bar{1}0) : (1\bar{1}0)$	$(21\bar{3}1) : (11\bar{2}0)$	$R3 : \infty P2$	36 50 —38 7,5	49	19	37 18,6	37 19,5
$(2\bar{1}0) : (4\bar{1}\bar{1})$	$(21\bar{3}1) : (50\bar{5}2)$	$R3 : \frac{5}{2}R$	15 16,5 —15 35	3	2	15 21,7	15 22,3
$(2\bar{1}0) : (5\bar{1}\bar{1})$	$(21\bar{3}1) : (20\bar{2}1)$	$R3 : 2R$	—	—	—	—	16 35,6
$(2\bar{1}0) : (7\bar{2}\bar{2})$	$(21\bar{3}1) : (30\bar{3}1)$	$R3 . 3R$	—	—	—	—	16 7
$(2\bar{1}0) : (3\bar{1}\bar{1})$	$(21\bar{3}1) : (40\bar{4}1)$	$R3 : 4R$	19 16,5 —19 20	4	3	19 19	19 20
$(2\bar{1}0) : (2\bar{1}1)$	$(21\bar{3}1) : (12\bar{3}2)$	$R3 : -\frac{1}{2}R3$	—	1	1	24 28,5	24 29,5
$(2\bar{1}0) : (1\bar{1}1)$	$(21\bar{3}1) : (02\bar{2}1)$	$R3 : -2R$	31 58 —32 0,5	2	1	31 59,2	32 1,1
$(2\bar{1}0) : (3\bar{2}1)$	$(21\bar{3}1) : (23\bar{5}2)$	$R3 : -\frac{1}{2}R5$	14 24 —14 32	2	1	14 30,6	14 39,5
$(2\bar{1}0) : (5\bar{1}3)$	$(21\bar{3}1) : (8\bar{2}\bar{6}1)$	$R3 : 4R2$	—	1	1	36 18	36 12
$(2\bar{1}0) : (5\bar{4}2)$	$(21\bar{3}1) : (12\bar{3}1)$	$R3 : -R3$	—	—	—	—	17 36,6
$(2\bar{1}0) : (2\bar{2}1)$	$(21\bar{3}1) : (13\bar{4}1)$	$R3 : -2R2$	24 4,5 —24 13	4	3	24 9,1	24 8,5
$(2\bar{1}0) : (3\bar{3}1)$	$(21\bar{3}1) : (24\bar{6}1)$	$R3 : -2R3$	—	—	—	—	24 55,4
$(2\bar{1}0) : (2\bar{1}\bar{1})$	$(21\bar{3}1) : (10\bar{1}0)$	$R3 : \infty R$	40 6,5 —40 7,5	1	1	40 7	40 4,9
$(2\bar{1}0) : (20\bar{1})$	$(21\bar{3}1) : (3\bar{1}\bar{2}1)$	$R3 : R3$	30 39 —30 45,5	4	3	30 42,2	30 44,6
$(2\bar{1}0) : (0\bar{1}2)$	$(21\bar{3}1) : (\bar{2}3\bar{1}1)$	$R3 : R3$	—	1	1	63 58,5	64 2,2
$(13.\bar{7}.0) : (111)$	$(13.7.\bar{2}\bar{0}.6) : (0001)$	$R\frac{10}{3} : 0R$	—	—	—	—	56 48,3

Miller:		Bravais:		Naumann:	Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(13.\bar{7}.0):(2\bar{1}0)$	=	$(13.7.\bar{2}\bar{0}.6):(21\bar{3}1)$	=	$R^{1,0}_{3}:R3$	—	1	1	2° 11′	2° 51,9′
$(13.\bar{7}.0):(7\bar{4}0)$		$(13.7.\bar{2}\bar{0}.6):(7.4.\bar{1}\bar{1}.3)$		$R^{1,0}_{3}:R^{1,1}_{3}$	—	—	—	—	2 31.6
$(13.\bar{7}.0):(100)$		$(13.7.\bar{2}\bar{0}.6):(10\bar{1}1)$		$R^{1,0}_{3}:R$	—	1	1	32 11	31 55,5
$(13.\bar{7}.0):(3\bar{1}0)$		$(13.7.\bar{2}\bar{0}.6):(31\bar{4}2)$		$R^{1,0}_{3}:R2$	—	1	1	14 47	14 22,5
$(13.\bar{7}.0):(5\bar{3}0)$		$(13.7.\bar{2}\bar{0}.6):(53\bar{8}2)$		$R^{1,0}_{3}:R4$	—	1	1	3 58	4 44,6
$(13.\bar{7}.0):(3\bar{2}0)$		$(13.7.\bar{2}\bar{0}.6):(32\bar{5}1)$		$R^{1,0}_{3}:R5$	—	1	1	9 47	9 52,7
$(13.\bar{7}.0):(15.\bar{1}\bar{1}.0)$		$(13.7.\bar{2}\bar{0}.6):(15.11.\bar{2}\bar{6}.4)$		$R^{1,0}_{3}:R^{1,3}_{2}$	—	1	1	14 44	15 4.1
$(13.\bar{7}.0):(1\bar{1}0)$		$(13.7.\bar{2}\bar{0}.6):(11\bar{2}0)$		$R^{1,0}_{3}:\infty P2$	—	1	1	34 14	34 27.6
$(13.\bar{7}.0):(13.0.\bar{7})$		$(13.7.\bar{2}\bar{0}.6):(20.\bar{7}.\bar{1}\bar{3}.6)$		$R^{1,0}_{3}:R^{1,0}_{3}$	—	—	—	—	33 32,6
$(13.\bar{7}.0):(0.\bar{7}.13)$		$(13.7.\bar{2}\bar{0}.6):(\bar{1}\bar{3}.20.\bar{7}.6)$		$R^{1,0}_{3}:R^{1,0}_{3}$	—	—	—	—	64 48,8
$(\bar{9}50):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$		$(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{1}):(000\bar{1})$		$R^{7}_{2}:0R$	—	—	—	—	58 3,6
$(\bar{9}50):(\bar{2}10)$		$(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{1}):(\bar{2}13\bar{1})$		$R^{7}_{2}:R3$	4° 28,5′ — 4° 29,5′	1	1	4 29	4 10.9
$(\bar{9}50):(\bar{7}40)$		$(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{1}):(\bar{7}.\bar{4}.11.\bar{3})$		$R^{7}_{2}:R^{1,1}_{3}$	—	—	—	—	1 12.6
$(\bar{9}50):(\bar{1}00)$		$(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{1}):(\bar{1}01\bar{1})$		$R^{7}_{2}:R$	—	—	—	—	33 14,5
$(\bar{9}50):(\bar{6}10)$		$(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{1}):(\bar{6}\bar{1}7\bar{5})$		$R^{7}_{2}:R^{7}_{3}$	—	1	1	25 51,5	25 21,9
$(\bar{9}50):(\bar{1}\bar{1}.3.0)$		$(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}.\bar{3}.14.\bar{8})$		$R^{7}_{2}:R^{7}_{4}$	—	1	1	19 23	19 25
$(\bar{9}50):(\bar{3}10)$		$(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{1}):(\bar{3}\bar{1}4\bar{2})$		$R^{7}_{2}:R2$	—	1	1	15 46	15 41,5
$(\bar{9}50):(\bar{3}20)$		$(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{1}):(\bar{3}\bar{2}5\bar{1})$		$R^{7}_{2}:R5$	—	1	1	8 28	8 33,7
$(\bar{9}50):(\bar{4}30)$		$(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{1}):(\bar{4}\bar{3}7\bar{1})$		$R^{7}_{2}:R7$	—	1	1	14 55	15 4,8
$(\bar{9}50):(\bar{5}40)$		$(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{1}):(\bar{5}\bar{4}9\bar{1})$		$R^{7}_{2}:R9$	—	1	1	18 57	18 53
$(\bar{9}50):(\bar{1}10)$		$(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}20)$		$R^{7}_{2}:\infty P2$	33 2 — 33 3,5	1	1	33 2,75	33 8,6
$(\bar{9}50):(\bar{9}05)$		$(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{1}):(\bar{1}\bar{4}.5.9.\bar{4})$		$R^{7}_{2}:R^{7}_{2}$	—	—	—	—	34 48.6
$(\bar{9}50):(05\bar{9})$		$(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{1}):(9.\bar{1}\bar{4}.5.\bar{4})$		$R^{7}_{2}:R^{7}_{2}$	—	—	—	—	65 7,2
$(7\bar{4}0):(111)$		$(7.4.\bar{1}\bar{1}.3):(0001)$		$R^{1,1}_{3}:0R$	—	—	—	—	59 13
$(7\bar{4}0):(13.\bar{7}.0)$		$(7.4.\bar{1}\bar{1}.3):(13.7.\bar{2}\bar{0}.6)$		$R^{1,1}_{3}:R^{1,0}_{3}$	—	—	—	—	2 31,6
$(7\bar{4}0):(5\bar{3}0)$		$(7.4.\bar{1}\bar{1}.3):(53\bar{8}2)$		$R^{1,1}_{3}:R4$	—	—	—	—	2 13,1
$(7\bar{4}0):(100)$		$(7.4.\bar{1}\bar{1}.3):(10\bar{1}1)$		$R^{1,1}_{3}:R$	—	1	1	34 23	34 27,1
$(7\bar{4}0):(3\bar{2}0)$		$(7.4.\bar{1}\bar{1}.3):(32\bar{5}1)$		$R^{1,1}_{3}:R5$	—	1	1	7 32	7 21,1
$(7\bar{4}0):(1\bar{1}0)$		$(7.4.\bar{1}\bar{1}.3):(11\bar{2}0)$		$R^{1,1}_{3}:\infty P2$	—	1	1	32 5	31 56
$(7\bar{4}0):(70\bar{4})$		$(7.4.\bar{1}\bar{1}.3):(11.\bar{4}.\bar{7}.3)$		$R^{1,1}_{3}:R^{1,1}_{3}$	—	—	—	—	36 11
$(7\bar{4}0):(0\bar{4}7)$		$(7.4.\bar{1}\bar{1}.3):(\bar{7}.11.\bar{4}.3)$		$R^{1,1}_{3}:R^{1,1}_{3}$	—	—	—	—	65 22.4
$(7\bar{4}0):(7\bar{2}\bar{2})$		$(7.4.\bar{1}\bar{1}.3):(30\bar{3}1)$		$R^{1,1}_{3}:3R$	—	—	—	—	18 5,5

$(\bar{7}40):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(\bar{7}.\bar{4}.11.\bar{3}):(000\bar{1})$	$R^{11}_{3}:0R$		—	—	—	—	59 13
$(\bar{7}40):(\bar{9}50)$	$(\bar{7}.\bar{4}.11.\bar{3}):(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{4})$	$R^{11}_{3}:R\frac{7}{2}$		—	—	—	—	1 12,6
$(\bar{7}40):(\bar{3}20)$	$(\bar{7}.\bar{4}.11.\bar{3}):(\bar{3}\bar{2}5\bar{1})$	$R^{11}_{3}:R5$		—	1	1	7 1	7 21,1
$(\bar{7}40):(\bar{2}10)$	$(\bar{7}.\bar{4}.11.\bar{3}):(\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$	$R^{11}_{3}:R3$		—	1	1	5 22	5 23,4
$(\bar{7}40):(\bar{1}00)$	$(\bar{7}.\bar{4}.11.\bar{3}):(\bar{1}01\bar{1})$	$R^{11}_{3}:R$		—	1	1	34 42,5	34 27,1
$(\bar{7}40):(\bar{1}10)$	$(\bar{7}.\bar{4}.11.\bar{3}):(\bar{1}\bar{1}20)$	$R^{11}_{3}:\infty P2$		—	1	1	31 51	31 56
$(\bar{7}40):(70\bar{4})$	$(\bar{7}.\bar{4}.11.\bar{3}):(\bar{1}\bar{1}.4.7.\bar{3})$	$R^{11}_{3}:R^{11}_{3}$		—	—	—	—	36 11
$(\bar{7}40):(04\bar{7})$	$(\bar{7}.\bar{4}.11.\bar{3}):(7.\bar{1}\bar{1}.4.\bar{3})$	$R^{11}_{3}:R^{11}_{3}$		—	—	—	—	65 21,4
$(\bar{7}40):(78\bar{7})$	$(\bar{7}.\bar{4}.11.\bar{3}):(0\bar{5}5\bar{2})$	$R^{11}_{3}:-\frac{5}{2}R$		—	—	—	—	32 40,7
$(5\bar{3}0):(111)$	$(53\bar{8}2):(0001)$	$R4:0R$		—	—	—	—	61 17,5
$(5\bar{3}0):(7\bar{4}0)$	$(53\bar{8}2):(7.4.\bar{1}\bar{1}.3)$	$R4:R^{11}_{3}$		—	—	—	—	2 13,1
$(5\bar{3}0):(3\bar{2}0)$	$(53\bar{8}2):(32\bar{5}1)$	$R4:R5$	5 19	— 5 49	4	4	5 31,6	5 8,1
$(5\bar{3}0):(100)$	$(53\bar{8}2):(10\bar{1}1)$	$R4:R$	36 19	—36 58	4	4	36 32,8	36 40,2
$(5\bar{3}0):(3\bar{1}0)$	$(53\bar{8}2):(31\bar{4}2)$	$R4:R2$			1	1	18 45	19 7,1
$(5\bar{3}0):(17.\bar{7}.0)$	$(53\bar{8}2):(17.7.\bar{2}\bar{4}.10)$	$R4:R^{12}_{5}$		—	1	1	14 0,5	13 52,9
$(5\bar{3}0):(2\bar{1}0)$	$(53\bar{8}2):(21\bar{3}1)$	$R4:R3$	7 9	— 7 59,5	3	3	7 32,4	7 36,5
$(5\bar{3}0):(13.\bar{7}.0)$	$(53\bar{8}2):(13.7.\bar{2}\bar{0}.7)$	$R4:R^{10}_{3}$			1	1	3 58	4 44,6
$(5\bar{3}0):(15.\bar{1}\bar{1}.0)$	$(53\bar{8}2):(15.11.\bar{2}\bar{6}.4)$	$R4:R^{13}_{2}$		—	1	1	10 46	10 19,5
$(5\bar{3}0):(1\bar{1}0)$	$(53\bar{8}2):(11\bar{2}0)$	$R4:\infty P2$	29 29	—30 16	3	3	29 52,8	29 43
$(5\bar{3}0):(50\bar{3})$	$(53\bar{8}2):(8\bar{3}\bar{5}2)$	$R4:R4$		—	—	—	—	38 2,2
$(5\bar{3}0):(0\bar{3}5)$	$(53\bar{8}2):(5\bar{8}32)$	$R4:R4$		—	—	—	—	65 43
$(5\bar{3}0):(3\bar{1}\bar{1})$	$(53\bar{8}2):(40\bar{4}1)$	$R4:4R$		—	—	—	—	19 36,8
$(3\bar{2}0):(111)$	$(32\bar{5}1):(0001)$	$R5:0R$		—	1	1	66 14,5	66 15,8
$(3\bar{2}0):(100)$	$(32\bar{5}1):(10\bar{1}0)$	$R5:R$	41 26	—42 6,5	67	25	41 49,5	41 48,3
$(3\bar{2}0):(3\bar{1}0)$	$(32\bar{5}1):(31\bar{4}2)$	$R5:R2$	24 23	—24 23,5	2	2	24 23,3	24 15,2
$(3\bar{2}0):(2\bar{1}0)$	$(32\bar{5}1):(21\bar{3}1)$	$R5:R3$	12 20,5	—13 0	11	8	12 45,2	12 44,6
$(3\bar{2}0):(5\bar{3}0)$	$(32\bar{5}1):(53\bar{8}2)$	$R5:R4$	5 19	— 5 49	4	4	5 31,6	5 8,1
$(3\bar{2}0):(7\bar{5}0)$	$(32\bar{5}1):(7.5.\bar{1}\bar{2}.2)$	$R5:R6$		—	—	—	—	3 43,1
$(3\bar{2}0):(1\bar{1}0)$	$(32\bar{5}1):(11\bar{2}0)$	$R5:\infty P2$	23 54	—24 53,5	64	26	24 33,9	24 34.9
$(3\bar{2}0):(3\bar{1}\bar{1})$	$(32\bar{5}1):(40\bar{4}1)$	$R5:4R$	20 41	—21 23,5	9	6	21 8,2	21 19,8
$(3\bar{2}0):(7\bar{2}\bar{2})$	$(32\bar{5}1):(30\bar{3}1)$	$R5:3R$		—	—	—	—	22 23,4
$(3\bar{2}0):(5\bar{2}\bar{2})$	$(32\bar{5}1):(70\bar{7}1)$	$R5:7R$		—	1	1	23 25	23 34,7
$(3\bar{2}0):(5\bar{4}2)$	$(32\bar{5}1):(12\bar{3}1)$	$R5:-R3$	19 16	—19 19	2	2	19 18.1	19 23,9
$(3\bar{2}0):(111)$	$(32\bar{5}1):(02\bar{2}1)$	$R5:-2R$	35 51	—36 3,5	11	7	35 59,4	35 59,5

Miller:		Bravais:		Naumann:	Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(3\bar{2}0):(2\bar{1}\bar{1})$	=	$(32\bar{5}1):(10\bar{1}0)$	=	$R5:\infty R$ =	32° 41,5′—33° 5′	8	5	32° 44′	32° 51,4′
$(3\bar{2}0):(2\bar{2}1)$		$(32\bar{5}1):(13\bar{4}1)$		$R5:-2R2$	—	1	1	20 22	20 49,4
$(3\bar{2}0):(3\bar{3}1)$		$(32\bar{5}1):(24\bar{6}1)$		$R5:-2R3$	—	—	—	—	16 39,7
$(3\bar{2}0):(30\bar{2})$		$(32\bar{5}1):(5\bar{2}\bar{3}1)$		$R5:R5$	42 19 — 42 52	5	5	42 31,7	42 39,7
$(3\bar{2}0):(0\bar{2}3)$		$(32\bar{5}1):(\bar{3}5\bar{2}1)$		$R5:R5$	65 31 —66 21	2	2	66 5,3	66 8
$(7\bar{5}0):(111)$		$(7.5.\bar{1}\bar{2}.2):(0001)$		$R6:0R$	—	—	—	—	69 50,6
$(7\bar{5}0):(15.\bar{1}\bar{1}.0)$		$(7.5.\bar{1}\bar{2}.2):(15.11.\bar{2}\bar{6}.4)$		$R6:R1^{3}_{2}$	—	—	—	—	1 28,3
$(7\bar{5}0):(3\bar{2}0)$		$(7.5.\bar{1}\bar{2}.2):(32\bar{5}1)$		$R6:R5$	—	—	—	—	3 43,1
$(7\bar{5}0):(100)$		$(7.5.\bar{1}\bar{2}.2):(10\bar{1}1)$		$R6:R$	45 2,5 —46 7	2	2	45 31,75	45 31,4
$(7\bar{5}0):(1\bar{1}0)$		$(7.5.\bar{1}\bar{2}.2):(11\bar{2}0)$		$R6:\infty P2$	20 30,5 —21 19	2	2	20 54,75	20 51,8
$(7\bar{5}0):(2\bar{1}0)$		$(7.5.\bar{1}\bar{2}.2):(21\bar{3}1)$		$R6:R3$	—	1	1	16 53	16 27,7
$(7\bar{5}0):(70\bar{5})$		$(7.5.\bar{1}\bar{2}.2):(12.\bar{5}.\bar{7}.2)$		$R6:R6$	—	—	—	—	45 49,8
$(7\bar{5}0):(0\bar{5}7)$		$(7.5.\bar{1}\bar{2}.2):(\bar{7}.\bar{1}\bar{2}.5.2)$		$R6:R6$	—	—	—	—	66 3,2
$(\bar{7}50):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$		$(\bar{7}.\bar{5}.12.\bar{2}):(000\bar{1})$		$R6:0R$	—	—	—	—	69 50,6
$(\bar{7}50):(\bar{3}20)$		$(\bar{7}.\bar{5}.12.\bar{2}):(\bar{3}25\bar{1})$		$R6:R5$	—	—	—	—	3 43,1
$(\bar{7}50):(\bar{4}30)$		$(\bar{7}.\bar{5}.12.\bar{2}):(\bar{4}\bar{3}7\bar{1})$		$R6:R7$	—	—	—	—	2 48
$(\bar{7}50):(\bar{1}00)$		$(\bar{7}.\bar{5}.12.\bar{2}):(\bar{1}01\bar{1})$		$R6:R$	45 36 —45 46	2	2	45 38,5	45 31,4
$(\bar{7}50):(\bar{2}10)$		$(\bar{7}.\bar{5}.12.\bar{2}):(\bar{2}13\bar{1})$		$R6:R3$	—	1	1	16 21	16 27,7
$(\bar{7}50):(\bar{1}10)$		$(\bar{7}.\bar{5}.12.\bar{2}):(\bar{1}\bar{1}20)$		$R6:\infty P2$	20 38 —20 49	2	2	20 45	20 51,8
$(\bar{7}50):(\bar{7}05)$		$(\bar{7}.\bar{5}.12.\bar{2}):(\bar{1}\bar{2}.5.7.\bar{2})$		$R6:R6$	—	—	—	—	45 49,8
$(\bar{7}50):(05\bar{7})$		$(\bar{7}.\bar{5}.12.\bar{2}):(7.\bar{1}\bar{2}.5.\bar{2})$		$R6:R6$	—	—	—		66 3,2
$(15.\bar{1}\bar{1}.0):(111)$		$(15.11.\bar{2}\bar{6}.4):(0001)$		$R1^{3}_{2}:0R$	—	—	—	—	71 15,5
$(15.\bar{1}\bar{1}.0):(7\bar{5}0)$		$(15.11.\bar{2}\bar{6}.4):(7.5.\bar{1}\bar{2}.2)$		$R1^{3}_{2}:R6$	—	—	—		1 28,3
$(15.\bar{1}\bar{1}.0):(9\bar{7}0)$		$(15.11.\bar{2}\bar{6}.4):(9.7.\bar{1}\bar{6}.2)$		$R1^{3}_{2}:R8$	—	—	—	—	3 27
$(15.\bar{1}\bar{1}.0):(100)$		$(15.11.\bar{2}\bar{6}.4):(10\bar{1}1)$		$R1^{3}_{2}:R$	—	1	1	46 55	46 59,6
$(15.\bar{1}\bar{1}.0):(3\bar{1}0)$		$(15.11.\bar{2}\bar{6}.4):(31\bar{4}2)$		$R1^{3}_{2}:R2$	—	1	1	29 31	29 26,6
$(15.\bar{1}\bar{1}.0):(2\bar{1}0)$		$(15.11.\bar{2}\bar{6}.4):(21\bar{3}1)$		$R1^{3}_{2}:R3$	—	1	1	17 55	17 56
$(15.\bar{1}\bar{1}.0):(13.\bar{7}.0)$		$(15.11.\bar{2}\bar{6}.4):(13.7.\bar{2}\bar{0}.6)$		$R1^{3}_{2}:R1^{0}_{3}$	—	1	1	14 44	15 4,1
$(15.\bar{1}\bar{1}.0):(5\bar{3}0)$		$(15.11.\bar{2}\bar{6}.4):(53\bar{8}2)$		$R1^{3}_{2}:R4$		1	1	10 46	10 19,5
$(15.\bar{1}\bar{1}.0):(3\bar{2}0)$		$(15.11.\bar{2}\bar{6}.4):(32\bar{5}1)$		$R1^{3}_{2}:R5$		1	1	4 57	5 11,4
$(15.\bar{1}\bar{1}.0):(1\bar{1}0)$		$(15.11.\bar{2}\bar{6}.4):(11\bar{2}0)$		$R1^{3}_{2}:\infty P2$	—	1	1	19 30	19 23,5

$(15.\bar{1}\bar{1}.0):(0.\bar{1}\bar{1}.15)$	$(15.11.\bar{2}\bar{6}.4):(\bar{1}\bar{5}.26.\bar{1}\bar{1}.4)$	$R1\frac{3}{2}:R1\frac{3}{2}$		—	—	—	—	65 56,2
$(\bar{4}30):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(\bar{4}\bar{3}7\bar{1}):(000\bar{1})$	$R7:0R$		—	—	—	—	72 30,5
$(\bar{4}30):(\bar{7}50)$	$(\bar{4}\bar{3}7\bar{1}):(\bar{7}.\bar{5}.12.\bar{2})$	$R7:R6$		—	—	—	—	2 48
$(\bar{4}30):(\bar{5}40)$	$(\bar{4}\bar{3}71):(\bar{5}\bar{4}9\bar{1})$	$R7:R9$		—	1	1	4 2	3 48,2
$(\bar{4}30):(\bar{1}00)$	$(\bar{4}\bar{3}7\bar{1}):(\bar{1}01\bar{1})$	$R7:R$		—	—	—	—	48 19,4
$(\bar{4}30):(\bar{6}10)$	$(\bar{4}\bar{3}7\bar{1}):(\bar{6}\bar{1}7\bar{5})$	$R7:R\frac{7}{5}$		—	1	1	40 46	40 26,7
$(\bar{4}30):(\bar{1}\bar{1}.3.0)$	$(\bar{4}\bar{3}7\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}.\bar{3}.14.\bar{8})$	$R7:R\frac{7}{4}$		—	1	1	34 31	34 29,8
$(\bar{4}30):(\bar{3}10)$	$(\bar{4}\bar{3}7\bar{1}):(\bar{3}\bar{1}4\bar{2})$	$R7:R2$		—	1	1	30 41	30 46,3
$(\bar{4}30):(\bar{2}10)$	$(\bar{4}\bar{3}7\bar{1}):(\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$	$R7:R3$		—	1	1	19 24,5	19 15,7
$(\bar{4}30):(\bar{9}50)$	$(\bar{4}\bar{3}7\bar{1}):(\bar{9}.\bar{5}.14.\bar{4})$	$R7:R\frac{7}{2}$		—	1	1	14 55	15 4,8
$(\bar{4}30):(\bar{3}\bar{2}0)$	$(\bar{4}\bar{3}7\bar{1}):(\bar{3}\bar{2}5\bar{1})$	$R7:R5$		—	1	1	6 27	6 31,1
$(\bar{4}30):(\bar{1}10)$	$(\bar{4}\bar{3}7\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}20)$	$R7:\infty P2$		—	1	1	18 7	18 3,8
$(\bar{4}30):(\bar{4}03)$	$(\bar{4}\bar{3}7\bar{1}):(\bar{7}34\bar{1})$	$R7:R7$		—	—	—	—	48 5
$(\bar{4}30):(03\bar{4})$	$(\bar{4}\bar{3}7\bar{1}):(4\bar{7}31)$	$R7:R7$		—	—	—	—	65 47,4
$(9\bar{7}0):(111)$	$(9.7.\bar{1}\bar{6}.2):(0001)$	$R8:0R$		—	—	—	—	74 35,3
$(9\bar{7}0):(15.\bar{1}\bar{1}.0)$	$(9.7.\bar{1}\bar{6}.2):(15.11.\bar{2}\bar{6}.4)$	$R8:R1\frac{3}{2}$		—	—	—	—	3 27
$(9\bar{7}0):(5\bar{4}0)$	$(9.7.\bar{1}\bar{6}.2):(54\bar{9}1)$	$R8:R9$		—	—	—	—	1 40,9
$(9\bar{7}0):(100)$	$(9.7.\bar{1}\bar{6}.2):(10\bar{1}1)$	$R8:R$	50 3	—50 25	2	2	50 21,3	50 26,6
$(9\bar{7}0):(1\bar{1}0)$	$(9.7.\bar{1}\bar{6}.2):(11\bar{2}0)$	$R8:\infty P2$	15 32	—16 17	3	3	15 49,1	15 56,5
$(970):(3\bar{2}0)$	$(9.7.\bar{1}\bar{6}.2):(32\bar{5}1)$	$R8:R5$	8 24	— 9 17,5	2	2	8 35	8 38,4
$(9\bar{7}0):(90\bar{7})$	$(9.7.\bar{1}\bar{6}.2):(16.\bar{7}.\bar{9}.2)$	$R8:R8$		—	—	—	—	49 44,7
$(9\bar{7}0):(0\bar{7}9)$	$(9.7.\bar{1}\bar{6}.2):(9.\bar{1}\bar{6}.7.2)$	$R8:R8$		—	—	—	—	65 28,4
$(5\bar{4}0):(111)$	$(54\bar{9}1):(0001)$	$R9:0R$		—	—	—	—	76 12,7
$(5\bar{4}0):(9\bar{7}0)$	$(54\bar{9}1):(9.7.\bar{1}\bar{6}.2)$	$R9:R8$		—	—	—	—	1 40,9
$(5\bar{4}0):(15.\bar{1}\bar{3}.0)$	$(54\bar{9}1):(15.13.\bar{2}\bar{8}.2)$	$R9:R14$		—	—	—	—	4 58,8
$(5\bar{4}0):(100)$	$(54\bar{9}1):(10\bar{1}1)$	$R9:R$	52 3	—52 19	2	2	52 9	52 7,5
$(5\bar{4}0):(3\bar{2}0)$	$(54\bar{9}1):(32\bar{5}1)$	$R9:R5$	10 15	—10 29	2	2	10 20,2	10 19,3
$(5\bar{4}0):(1\bar{1}0)$	$(54\bar{9}1):(11\bar{2}0)$	$R9:\infty P2$	14 10	—14 17	2	2	14 14,4	14 15,6
$(5\bar{4}0):(50\bar{4})$	$(54\bar{9}1):(9.\bar{4}.\bar{5}.1)$	$R9:R9$		—	—	—	—	51 1,6
$(5\bar{4}0):(0\bar{4}5)$	$(54\bar{9}1):(5.\bar{9}.4.1)$	$R9:R9$		—	—	—	—	65 9
$(5\bar{4}0):(5\bar{2}\bar{2})$	$(54\bar{9}1):(70\bar{7}1)$	$R9:7R$		—	—	—	—	25 30,8
$(\bar{5}40):(\bar{1}1\bar{1})$	$(\bar{5}\bar{4}9\bar{1}):(000\bar{1})$	$R9:0R$		—	—	—	—	76 12,7

Miller:		Bravais:	Naumann:		Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(\bar{5}40):(\bar{4}30)$	=	$(\bar{5}\bar{4}9\bar{1}):(\bar{4}\bar{3}7\bar{1})$	= $R9:R7$	=	—	1	1	4° 2′	3° 48,2′
$(\bar{5}40):(\bar{7}60)$		$(\bar{5}\bar{4}9\bar{1}):(\bar{7}.6.13.\bar{1})$	$R9:R13$		—	—	—	—	4 17
$(\bar{5}40):(\bar{1}00)$		$(\bar{5}\bar{4}9\bar{1}):(\bar{1}01\bar{1})$	$R9:R$		—	—	—	—	52 7,5
$(\bar{5}40):(\bar{3}10)$		$(\bar{5}\bar{4}9\bar{1}):(3\bar{1}4\bar{2})$	$R9:R2$		—	1	1	30 41	30 46,3
$(\bar{5}40):(\bar{2}10)$		$(\bar{5}\bar{4}9\bar{1}):(\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$	$R9:R3$		—	1	1	23 26,5	23 3,9
$(\bar{5}40):(\bar{3}20)$		$(\bar{5}\bar{4}9\bar{1}):(\bar{3}\bar{2}5\bar{1})$	$R9:R5$		—	1	1	10 27	10 19,3
$(\bar{5}40):(\bar{1}10)$		$(\bar{5}\bar{4}9\bar{1}):(1\bar{1}20)$	$R9:\infty P2$		—	1	1	14 5	14 15,6
$(\bar{5}40):(\bar{5}04)$		$(\bar{5}\bar{4}9\bar{1}):(\bar{9}45\bar{1})$	$R9:R9$		—	—	—	—	51 1,6
$(\bar{5}40):(04\bar{5})$		$(\bar{5}\bar{4}9\bar{1}):(59\bar{4}\bar{1})$	$R9:R9$		—	—	—	—	65 9
$(\bar{7}60):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$		$(\bar{7}.\bar{6}.13.\bar{1}):(000\bar{1})$	$R13:0R$		—	—	—	—	80 20
$(\bar{7}60):(\bar{5}40)$		$(\bar{7}.\bar{6}.13.\bar{1}):(\bar{5}\bar{4}9\bar{1})$	$R13:R9$		—	—	—	—	4 17
$(\bar{7}60):(\bar{15}.13.0)$		$(\bar{7}.\bar{6}.13.\bar{1}):(\bar{15}.\bar{13}.28.\bar{2})$	$R13:R14$		—	—	—	—	0 41,8
$(\bar{7}60):(\bar{1}00)$		$(\bar{7}.\bar{6}.13.\bar{1}):(\bar{1}01\bar{1})$	$R13:R$		—	1	1	56 27	56 24,5
$(\bar{7}60):(\bar{2}10)$		$(\bar{7}.\bar{6}.13.\bar{1}):(\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$	$R13:R3$		—	1	1	27 12	27 20,9
$(\bar{7}60):(\bar{16}.1.0)$		$(\bar{7}.\bar{6}.13.\bar{1}):(\bar{16}.\bar{1}.17.\bar{15})$	$R13:R\frac{17}{15}$		—	1	1	53 59	53 39,9
$(\bar{7}60):(\bar{1}10)$		$(\bar{7}.\bar{6}.13.\bar{1}):(1\bar{1}20)$	$R13:\infty P2$		—	1	1	9 56	9 58,6
$(\bar{7}60):(\bar{7}06)$		$(\bar{7}.\bar{6}.13.\bar{1}):(\bar{13}.6.7.\bar{1})$	$R13:R13$		—	—	—	—	54 4,2
$(\bar{7}60):(06\bar{7})$		$(\bar{7}.\bar{6}.13.\bar{1}):(7.\bar{13}.6.\bar{1})$	$R13:R13$		—	—	—	—	64 3
$(15.\bar{13}.0):(111)$		$(15.13.\bar{28}.2):(0001)$	$R14:0R$		—	—	—	—	81 1,4
$(15.\bar{13}.0):(5\bar{4}0)$		$(15.13.\bar{28}.2):(54\bar{9}1)$	$R14:R9$		—	—	—	—	4 58,8
$(15.\bar{13}.0):(13.\bar{12}.0)$		$(15.13.\bar{28}.2):(13.12.\bar{25}.\bar{1})$	$R14:R25$		—	—	—	—	4 3,2
$(15.\bar{13}.0):(100)$		$(15.13.\bar{28}.2):(10\bar{1}1)$	$R14:R$		—	1	1	57 5	57 6,3
$(15.\bar{13}.0):(1\bar{1}0)$		$(15.13.\bar{28}.2):(11\bar{2}0)$	$R14:\infty P2$		—	1	1	9 20	9 16,8
$(15.\bar{13}.0):(3\bar{2}0)$		$(15.13.\bar{28}.2):(32\bar{5}1)$	$R14:R5$		—	1	1	15 15	15 18,1
$(15.\bar{13}.0):(15.0.\bar{13})$		$(15.13.\bar{28}.2):(28.\bar{13}.\bar{15}.2)$	$R14:R14$		—	—	—	—	54 32,4
$(15.\bar{13}.0):(0.\bar{13}.15)$		$(15.13.\bar{28}.2):(15.\bar{28}.13.2)$	$R14:R14$		—		—	—	63 50
$(\bar{15}.13.0):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$		$(\bar{15}.\bar{13}.28.\bar{2}):(000\bar{1})$	$R14:0R$		—	—	—	—	81 1,4
$(\bar{15}.13.0):(\bar{5}40)$		$(\bar{15}.\bar{13}.28.\bar{2}):(\bar{5}\bar{4}9\bar{1})$	$R14:R9$		—	—	—	—	4 58,8
$(\bar{15}.13.0):(\bar{13}.12.0)$		$(\bar{15}.\bar{13}.28.\bar{2}):(\bar{13}.\bar{12}.25.\bar{1})$	$R14:R25$		—	1	1	4 5	4 3,2
$(\bar{15}.13.0):(\bar{1}00)$		$(\bar{15}.\bar{13}.28.\bar{2}):(\bar{1}01\bar{1})$	$R14:R$		—	1	1	57 6	57 6,3
$(\bar{15}.13.0):(\bar{2}10)$		$(\bar{15}.\bar{13}.28.\bar{2}):(\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$	$R14:R3$		—	1	1	28 4	28 2,7

(15.13.0) : (110)	(15.13.28.2) : (1120)	$R14 : \infty P2$	—	1	1	9 18	9 16,8
$(\overline{15}.13.0) : (\overline{15}.0.13)$	$(\overline{15}.\overline{13}.28.\bar{2}) : (\overline{28}.13.15.\bar{2})$	$R14 : R14$	—	—	—	—	54 32,4
$(\overline{15}.13.0) : (0.13.\overline{15})$	$(\overline{15}.\overline{13}.28.\bar{2}) : (15.\overline{28}.13.\bar{2})$	$R14 : R14$	—	—	—	—	63 50
$(13.\overline{12}.0) : (111)$	$(13.12.\overline{25}.1) : (0001)$	$R25 : 0R$	—	—	—	—	84 56,6
$(13.\overline{12}.0) : (15.\overline{13}.0)$	$(13.12.\overline{25}.1) : (15.13.\overline{28}.1)$	$R25 : R14$	—	—	—	—	4 3,2
$(13.\overline{12}.0) : (20.\overline{19}.0)$	$(13.12.\overline{25}.1) : (20.19.\overline{39}.1)$	$R25 : R39$	—	1	1	1 50	1 52,1
$(13.\overline{12}.0) : (100)$	$(13.12.\overline{25}.1) : (10\bar{1}1)$	$R25 : R$	—	1	1	61 10	61 9,5
$(13.\overline{12}.0) : (1\bar{1}0)$	$(13.12.\overline{25}.1) : (11\bar{2}0)$	$R25 : \infty P2$	—	1	1	5 14	5 13,7
$(13.\overline{12}.0) : (13.0.\overline{12})$	$(13.12.\overline{25}.1) : (25.\overline{12}.\overline{13}.1)$	$R25 : R25$	—			—	57 6,4
$(13.\overline{12}.0) : (0.\overline{12}.13)$	$(13.12.\overline{25}.1) : (13.\overline{25}.12.1)$	$R25 : R25$	—	–		—	62 22,2
$(\overline{13}.12.0) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(\overline{13}.\overline{12}.25.\bar{1}) : (000\bar{1})$	$R25 : R$	—	—	—	—	84 56,6
$(\overline{13}.12.0) : (\overline{15}.13.0)$	$(\overline{13}.\overline{12}.25.\bar{1}) : (\overline{15}.\overline{13}.28.\bar{2})$	$R25 : R14$	—	1	1	4 5	4 3,2
$(\overline{13}.12.0) : (\overline{18}.17.0)$	$(\overline{13}.\overline{12}.25.\bar{1}) : (\overline{18}.\overline{17}.35.\bar{1})$	$R25 : R35$	—	—	—	—	1 29,2
$(\overline{13}.12.0) : (\bar{1}00)$	$(\overline{13}.\overline{12}.25.\bar{1}) : (\bar{1}01\bar{1})$	$R25 : R$	—	1	1	61 11	61 9,5
$(\overline{13}.12.0) : (\bar{2}10)$	$(\overline{13}.\overline{12}.25.\bar{1}) : (\bar{2}13\bar{1})$	$R25 : R3$	—	1	1	32 9	32 5,9
$(\overline{13}.12.0) : (\bar{4}10)$	$(\overline{13}.\overline{12}.25.\bar{1}) : (\bar{4}\bar{1}5\bar{3})$	$R25 : R\frac{5}{3}$	—	1	1	48 47	48 40,3
$(\overline{13}.12.0) : (\bar{1}10)$	$(\overline{13}.\overline{12}.25.\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}20)$	$R25 : \infty P2$	—	1	1	5 13	5 13,6
$(\overline{13}.12.0) : (\overline{13}.0.12)$	$(\overline{13}.\overline{12}.25.\bar{1}) : (\overline{25}.12.13.\bar{1})$	$R25 : R25$	—	—	—	—	57 6,4
$(\overline{13}.12.0) : (0.12.\overline{13})$	$(\overline{13}.\overline{12}.25.\bar{1}) : (\overline{13}.25.\overline{12}.\bar{1})$	$R25 : R25$	—	—	—	—	62 22,2
$(\overline{18}.17.0) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(\overline{18}.\overline{17}.35.\bar{1}) : (000\bar{1})$	$R35 : 0R$	—	—	—	—	86 22,8
$(\overline{18}.17.0) : (\overline{13}.12.0)$	$(\overline{18}.\overline{17}.35.\bar{1}) : (\overline{13}.\overline{12}.25.\bar{1})$	$R35 : R25$	—	—	—	—	1 29,2
$(\overline{18}.17.0) : (\bar{1}00)$	$(\overline{18}.\overline{17}.35.\bar{1}) : (\bar{1}01\bar{1})$	$R35 : R$	—	1	1	62 33	62 38,7
$(\overline{18}.17.0) : (\bar{2}10)$	$(\overline{18}.\overline{17}.35.\bar{1}) : (\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$	$R35 : R3$	—	1	1	33 37	33 35,1
$(\overline{18}.17.0) : (\bar{3}10)$	$(\overline{18}.\overline{17}.35.\bar{1}) : (\bar{3}\bar{1}4\bar{2})$	$R35 : R2$	—	1	1	45 8	45 5,7
$(\overline{18}.17.0) : (\bar{1}10)$	$(\overline{18}.\overline{17}.35.\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}20)$	$R35 : \infty P2$	3 44 — 3 45	1	1	3 44,5	3 44,4
$(\overline{18}.17.0) : (\overline{18}.0.17)$	$(\overline{18}.\overline{17}.35.\bar{1}) : (\overline{35}.17.18.\bar{1})$	$R35 : R35$	—	—	—	—	57 58,8
$(\overline{18}.17.0) : (0.17.\overline{18})$	$(\overline{18}.\overline{17}.35.\bar{1}) : (\overline{18}.35.\overline{17}.\bar{1})$	$R35 : R35$	—	—	–	—	61 45
$(20.\overline{19}.0) : (111)$	$(20.19.\overline{39}.1) : (0001)$	$R39 : 0R$	—	—	—	—	86 45
$(20.\overline{19}.0) : (13.\overline{12}.0)$	$(20.19.\overline{39}.1) : (13.12.\overline{25}.1)$	$R39 : R25$	—	1	1	1 50	1 52,1
$(20.\overline{19}.0) : (1\bar{1}0)$	$(20.19.\overline{39}.1) : (11\bar{2}0)$	$R39 : \infty P2$	—	1	1	3 24	3 21,5
$(20.\overline{19}.0) : (100)$	$(20.19.\overline{39}.1) : (10\bar{1}1)$	$R39 : R$	—	1	1	63 0	63 1,6
$(20.\overline{19}.0) : (20.0.\overline{19})$	$(20.19.\overline{39}.1) : (39.\overline{19}.\overline{20}.1)$	$R39 : R39$	—	—	—	—	58 11,8

Miller:	Bravais:	Naumann:	Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(20.\bar{1}9.0):(0.\bar{1}9.20)$	$(20.19.\bar{3}9.1):(20.\bar{3}9.19.1)$	$= R39 : R39$	= —	—	—	—	61°35′
$(\bar{2}0\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(\bar{1}\bar{1}2\bar{3}):(000\bar{1})$	$\frac{2}{3}P2 : 0R$	—	—	—	—	16 45,8
$(\bar{2}0\bar{1}):(\bar{1}0\bar{1})$	$(\bar{1}\bar{1}2\bar{3}):(0\bar{1}1\bar{2})$	$\frac{2}{3}P2 : -\frac{1}{2}R$	8°18′ — 8°45′	3	2	8°27,6′	8 17,9
$(\bar{2}0\bar{1}):(\bar{1}00)$	$(\bar{1}\bar{1}2\bar{3}):(\bar{1}01\bar{1})$	$\frac{2}{3}P2 : R$	15 2 —15 23	3	2	15 12,8	15 18,9
$(\bar{2}0\bar{1}):(\bar{5}0\bar{3})$	$(\bar{1}\bar{1}2\bar{3}):(\bar{2}\bar{3}5\bar{8})$	$\frac{2}{3}P2 : -\frac{1}{8}R5$	—	—	—	—	2 3,3
$(\bar{2}0\bar{1}):(\bar{2}\bar{1}0)$	$(\bar{1}\bar{1}2\bar{3}):(\bar{2}11\bar{3})$	$\frac{2}{3}P2 : \frac{2}{3}P2$	—	—	—	—	16 35,8
$(503):(111)$	$(23\bar{5}8):(0001)$	$-\frac{1}{8}R5 : 0R$	—	—	—	—	15 52,2
$(503):(100)$	$(23\bar{5}8):(10\bar{1}1)$	$-\frac{1}{8}R5 : R$	17 14 —17 29	2	1	17 21,5	17 22,2
$(503):(302)$	$(23\bar{5}8):(12\bar{3}5)$	$-\frac{1}{8}R5 : -\frac{1}{5}R3$	—	—	—	—	1 13,8
$(503):(705)$	$(23\bar{5}8):(2.5.\bar{7}.12)$	$-\frac{1}{8}R5 : -\frac{1}{4}R\frac{7}{3}$	1 52,5 — 2 4	2	1	1 58,3	2 4,3
$(503):(101)$	$(23\bar{5}8):(01\bar{1}2)$	$-\frac{1}{8}R5 : -\frac{1}{2}R$	6 14 — 6 20	2	1	6 17	6 14,6
$(503):(530)$	$(23\bar{5}8):(5\bar{3}\bar{2}8)$	$-\frac{1}{8}R5 : -\frac{1}{8}R5$	—	—	—	—	18 45
$(\bar{5}0\bar{3}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(\bar{2}\bar{3}5\bar{8}):(000\bar{1})$	$-\frac{1}{8}R5 : 0R$	—	—	—	—	15 52,2
$(\bar{5}0\bar{3}):(\bar{1}00)$	$(\bar{2}\bar{3}5\bar{8}):(\bar{1}01\bar{1})$	$-\frac{1}{8}R5 : R$	17 38 —17 39	1	1	17 38,5	17 22,2
$(\bar{5}0\bar{3}):(\bar{1}0\bar{1})$	$(\bar{2}\bar{3}5\bar{8}):(0\bar{1}1\bar{2})$	$-\frac{1}{8}R5 : -\frac{1}{2}R$	—	—	—	—	6 14,6
$(\bar{5}0\bar{3}):(\bar{2}0\bar{1})$	$(\bar{2}\bar{3}5\bar{8}):(\bar{1}\bar{1}2\bar{3})$	$-\frac{1}{8}R5 : \frac{2}{3}P2$	—	—	—	—	2 3,3
$(\bar{5}0\bar{3}):(\bar{5}\bar{3}0)$	$(\bar{2}\bar{3}5\bar{8}):(\bar{5}32\bar{8})$	$-\frac{1}{8}R5 : -\frac{1}{8}R5$	—	—	—	—	18 45
$(302):(111)$	$(12\bar{3}5):(0001)$	$-\frac{1}{5}R3 : -0R$	—	—	—	—	15 26,2
$(302):(100)$	$(12\bar{3}5):(10\bar{1}1)$	$-\frac{1}{5}R3 : -R$	18 20 —19 5	3	3	18 42	18 35,8
$(302):(705)$	$(12\bar{3}5):(2.5.\bar{7}.12)$	$-\frac{1}{5}R3 : -\frac{1}{4}R\frac{7}{3}$	—	—	—	—	0 50,5
$(302):(503)$	$(12\bar{3}5):(23\bar{5}8)$	$-\frac{1}{5}R3 : -\frac{1}{8}R5$	—	—	—	—	1 13,8
$(302):(101)$	$(12\bar{3}5):(01\bar{1}2)$	$-\frac{1}{5}R3 : -\frac{1}{2}R$	4 24 — 5 17	3	3	4 57	5 0,8
$(302):(320)$	$(12\bar{3}5):(3\bar{2}\bar{1}5)$	$-\frac{1}{5}R3 : -\frac{1}{5}R3$	—	—	—	—	20 2,6
$(705):(111)$	$(2.5.\bar{7}.12):(0001)$	$-\frac{1}{4}R\frac{7}{3} : 0R$	—	—	—	—	15 11,5
$(705):(101)$	$(2.5.\bar{7}.12):(01\bar{1}2)$	$-\frac{1}{4}R\frac{7}{3} : -\frac{1}{2}R$	4 8 — 4 24	4	1	4 17,4	4 10,3
$(705):(302)$	$(2.5.\bar{7}.12):(12\bar{3}5)$	$-\frac{1}{4}R\frac{7}{3} : -\frac{1}{5}R3$	—	—	—	—	0 50,5
$(705):(503)$	$(2.5.\bar{7}.12):(23\bar{5}8)$	$-\frac{1}{4}R\frac{7}{3} : -\frac{1}{8}R5$	1 52,5 — 2 4	2	1	1 58,3	2 4,3
$(705):(100)$	$(2.5.\bar{7}.12):(10\bar{1}1)$	$-\frac{1}{4}R\frac{7}{3} : R$	1 18 —19 35	4	1	19 23,4	19 26,5
$(705):(750)$	$(2.5.\bar{7}.12):(7.\bar{5}.\bar{2}.12)$	$-\frac{1}{4}R\frac{7}{3} : -\frac{1}{4}R\frac{7}{3}$	9 —	—	—	—	20 [illegible]

$(12.\bar{1}.1):(111)$	$(11.2.\bar{1}\bar{3}.12):(0001)$	$\frac{3}{4}R\frac{13}{9}:0R$	—	—	—	—	27 47,6
$(12.\bar{1}.1):(100)$	$(11.2.\bar{1}\bar{3}.12):(10\bar{1}1)$	$\frac{3}{4}R\frac{13}{9}:R$	3 44 — 3 53	3	3	3 49,3	3 49
$(12.\bar{1}.1):(10.\bar{1}.1)$	$(11.2.\bar{1}\bar{3}.12):(9.2.\bar{1}\bar{1}.10)$	$\frac{3}{4}R\frac{13}{9}:\frac{7}{10}R\frac{11}{7}$	—	—	—	—	0 45,8
$(12.\bar{1}.1):(8\bar{1}1)$	$(11.2.\bar{1}\bar{3}.12):(72\bar{9}8)$	$\frac{3}{4}R\frac{13}{9}:\frac{5}{8}R\frac{9}{5}$	1 42 — 1 45	1	1	1 43,5	1 58,9
$(12.\bar{1}.1):(4\bar{1}1)$	$(11.2.\bar{1}\bar{3}.12):(32\bar{5}4)$	$\frac{3}{4}R\frac{13}{9}:\frac{1}{4}R5$	—	1	1	7 8	7 30
$(12.\bar{1}.1):(2\bar{1}1)$	$(11.2.\bar{1}\bar{3}.12):(12\bar{3}2)$	$\frac{3}{4}R\frac{13}{9}:-\frac{1}{2}R3$	—	—	—	—	18 0,8
$(12.\bar{1}.1):(7\bar{4}4)$	$(11.2.\bar{1}\bar{3}.12):(3.8.\bar{1}\bar{1}.7)$	$\frac{3}{4}R\frac{13}{9}:-\frac{5}{7}R\frac{11}{5}$	20 44 —20 49	2	2	20 46,5	20 46,9
$(12.\bar{1}.1):(1\bar{1}1)$	$(11.2.\bar{1}\bar{3}.12):(02\bar{2}1)$	$\frac{3}{4}R\frac{13}{9}:-2R$	34 48 —34 59	2	2	34 53,5	34 53
$(12.\bar{1}.1):(1.\bar{1}.12)$	$(11.2.\bar{1}\bar{3}.12):(\bar{1}\bar{1}.13.\bar{2}.12)$	$\frac{3}{4}R\frac{13}{9}:\frac{3}{4}R\frac{13}{9}$	—	—	—	—	42 59,2
$(10.\bar{1}.1):(100)$	$(9.2.\bar{1}\bar{1}.10):(0001)$	$\frac{7}{10}R\frac{11}{7}:0R$	—	—	—	—	27 54
$(10.\bar{1}.1):(12.\bar{1}.1)$	$(9.2.\bar{1}\bar{1}.10):(11.2.\bar{1}\bar{3}.12)$	$\frac{7}{10}R\frac{11}{7}:\frac{3}{4}R\frac{13}{9}$	—	—	—	—	0 45,8
$(10.\bar{1}.1):(8\bar{1}1)$	$(9.2.\bar{1}\bar{1}.10):(72\bar{9}8)$	$\frac{7}{10}R\frac{11}{7}:\frac{5}{8}R\frac{9}{5}$	—	—	—	—	1 13,1
$(10.\bar{1}.1):(100)$	$(9.2.\bar{1}\bar{1}.10):(10\bar{1}1)$	$\frac{7}{10}R\frac{11}{7}:R$	4 19,5 — 4 50	7	5	4 34,7	4 34,8
$(10.\bar{1}.1):(4\bar{1}1)$	$(9.2.\bar{1}\bar{1}.10):(32\bar{5}4)$	$\frac{7}{10}R\frac{11}{7}:\frac{1}{4}R5$	—	1	1	6 42,5	6 44,2
$(10.\bar{1}.1):(2\bar{1}1)$	$(9.2.\bar{1}\bar{1}.10):(12\bar{3}2)$	$\frac{7}{10}R\frac{11}{7}:-\frac{1}{2}R3$	—	—	—	—	17 15
$(10.\bar{1}.1):(1\bar{1}1)$	$(9.2.\bar{1}\bar{1}.10):(02\bar{2}1)$	$\frac{7}{10}R\frac{11}{7}:-2R$	34 2 —34 16	4	4	34 11	34 7,2
$(10.\bar{1}.1):(1.\bar{1}.10)$	$(9.2.\bar{1}\bar{1}.10):(\bar{9}.11.\bar{2}.10)$	$\frac{7}{10}R\frac{11}{7}:\frac{7}{10}R\frac{11}{7}$	—	—	—	—	42 7,4
$(8\bar{1}1):(111)$	$(72\bar{9}8):(0001)$	$\frac{5}{8}R\frac{9}{5}:0R$	—	—	—	—	28 6,5
$(8\bar{1}1):(10.\bar{1}.1)$	$(72\bar{9}8):(9.2.\bar{1}\bar{1}.10)$	$\frac{5}{8}R\frac{9}{5}:\frac{7}{10}R\frac{11}{7}$	—	—	—	—	1 13,1
$(8\bar{1}1):(11.\bar{2}.2)$	$(72\bar{9}8):(9.4.\bar{1}\bar{3}.11)$	$\frac{5}{8}R\frac{9}{5}:\frac{5}{11}R\frac{13}{5}$	—	—	—	—	2 20,6
$(8\bar{1}1):(100)$	$(72\bar{9}8):(10\bar{1}1)$	$\frac{5}{8}R\frac{9}{5}:R$	5 35 — 5 53	4	3	5 45	5 48
$(8\bar{1}1):(2\bar{1}1)$	$(72\bar{9}8):(12\bar{3}2)$	$\frac{5}{8}R\frac{9}{5}:-\frac{1}{2}R3$	—	—	—	—	16 1,8
$(8\bar{1}1):(1\bar{1}1)$	$(72\bar{9}8):(02\bar{2}1)$	$\frac{5}{8}R\frac{9}{5}:-2R$	—	—	—	—	32 54
$(8\bar{1}1):(1\bar{1}8)$	$(72\bar{9}8):(\bar{7}9\bar{2}8)$	$\frac{5}{8}R\frac{9}{5}:\frac{5}{8}R\frac{9}{5}$	—	—	—	—	40 43,8
$(11.\bar{2}.2):(111)$	$(9.4.\bar{1}\bar{3}.11):(0001)$	$\frac{5}{11}R\frac{13}{5}:0R$	—	—	—	—	28 38,4
$(11.\bar{2}.2):(8\bar{1}1)$	$(9.4.\bar{1}\bar{3}.11):(72\bar{9}8)$	$\frac{5}{11}R\frac{13}{5}:\frac{5}{8}R\frac{9}{5}$	—	—	—	—	2 20,6
$(11.\bar{2}.2):(5\bar{1}1)$	$(9.4.\bar{1}\bar{3}.11):(42\bar{6}5)$	$\frac{5}{11}R\frac{13}{5}:\frac{2}{5}R3$	—	—	—	—	0 57,6
$(11.\bar{2}.2):(100)$	$(9.4.\bar{1}\bar{3}.11):(10\bar{1}1)$	$\frac{5}{11}R\frac{13}{5}:R$	8 8 — 8 16	6	5	8 12,6	8 8,6
$(11.\bar{2}.2):(2\bar{1}1)$	$(9.4.\bar{1}\bar{3}.11):(12\bar{3}2)$	$\frac{5}{11}R\frac{13}{5}:-\frac{1}{2}R3$	—	1	1	13 44	13 41,2
$(11.\bar{2}.2):(3\bar{2}2)$	$(9.4.\bar{1}\bar{3}.11):(14\bar{5}3)$	$\frac{5}{11}R\frac{13}{5}:-R\frac{5}{3}$	—	1	1	19 26	19 57,7
$(11.\bar{2}.2):(1\bar{1}1)$	$(9.4.\bar{1}\bar{3}.11):(02\bar{2}1)$	$\frac{5}{11}R\frac{13}{5}:-2R$	30 20,5 —30 39	4	4	30 29	30 33,4
$(11.\bar{2}.2):(2.\bar{2}.11)$	$(9.4.\bar{1}\bar{3}.11):(\bar{9}.13.\bar{4}.11)$	$\frac{5}{11}R\frac{13}{5}:\frac{5}{11}R\frac{13}{5}$	—	—	—	—	38 3

Miller:	Bravais:	Naumann:	Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(5\bar{1}1):(111)$ =	$(42\bar{6}5):(0001)$ =	$\frac{2}{5}R3 : 0R$ =	—	—	—	—	28° 54,3′
$(5\bar{1}1):(11.\bar{2}.2)$	$(42\bar{6}5):(9.4.\bar{13}.11)$	$\frac{2}{5}R3 : \frac{5}{11}R\frac{13}{5}$	—	–	–	·	0 57,6
$(5\bar{1}1):(4\bar{1}1)$	$(42\bar{6}5):(32\bar{5}4)$	$\frac{2}{5}R3 : \frac{1}{4}R5$	—	—	—	—	2 12,8
$(5\bar{1}1):(100)$	$(42\bar{6}5):(10\bar{1}1)$	$\frac{2}{5}R3 : R$	8° 36′ — 9° 41′	8	4	9° 4,1′	9 6,2
$(5\bar{1}1):(\bar{1}11)$	$(42\bar{6}5):(02\bar{2}1)$	$\frac{2}{5}R3 : -2R$	29 28 —30 14	4	3	29 37,4	29 35,8
$(5\bar{1}1):(1.\bar{1}.5)$	$(42\bar{6}5):(\bar{4}6\bar{2}5)$	$\frac{2}{5}R3 : \frac{2}{5}R3$	—	—	—	—	36 53,6
$(4\bar{1}1):(111)$	$(32\bar{5}4):(0001)$	$\frac{1}{4}R5 : 0R$	—	—	—	—	29 37,1
$(4\bar{1}1):(5\bar{1}1)$	$(32\bar{5}4):(42\bar{6}5)$	$\frac{1}{4}R5 : \frac{2}{5}R3$	—	—	—	—	2 12,8
$(4\bar{1}1):(7\bar{2}2)$	$(32\bar{5}4):(54\bar{9}7)$	$\frac{1}{4}R5 : \frac{1}{7}R9$	—	—	—	—	1 34,6
$(4\bar{1}1):(100)$	$(32\bar{5}4):(10\bar{1}1)$	$\frac{1}{4}R5 : R$	10 51 —11 47	35	20	11 17,1	11 19
$(4\bar{1}1):(12.\bar{1}.1)$	$(32\bar{5}4):(11.2.\bar{13}.12)$	$\frac{1}{4}R5 : \frac{3}{4}R\frac{13}{9}$	—	1	1	7 8	7 30
$(4\bar{1}1):(10.\bar{1}.1)$	$(32\bar{5}4):(9.2.\bar{11}.10)$	$\frac{1}{4}R5 : \frac{7}{10}R\frac{11}{7}$	—	1	1	6 42,5	6 44,2
$(4\bar{1}1):(3\bar{1}1)$	$(32\bar{5}4):(22\bar{4}3)$	$\frac{1}{4}R5 : \frac{4}{3}P2$	—	1	1	3 11,5	3 38,1
$(4\bar{1}1):(2\bar{1}1)$	$(32\bar{5}4):(12\bar{3}2)$	$\frac{1}{4}R5 : -\frac{1}{2}R3$	10 9 —11 6	7	6	10 36,6	10 36,8
$(4\bar{1}1):(10.\bar{7}.7)$	$(32\bar{5}4):(3.14.\bar{17}.10)$	$\frac{1}{4}R5 : -\frac{11}{10}R\frac{17}{11}$	—	1	1	18 1,5	17 58
$(4\bar{1}1):(1\bar{1}1)$	$(32\bar{5}4):(02\bar{2}1)$	$\frac{1}{4}R5 : -2R$	26 37,5 —28 10	23	15	27 28,9	27 23
$(4\bar{1}1):(1\bar{1}4)$	$(32\bar{5}4):(3\bar{5}24)$	$\frac{1}{4}R5 : \frac{1}{4}R5$	—	—	—	—	34 16,6
$(4\bar{1}1):(3\bar{2}0)$	$(32\bar{5}4):(32\bar{5}1)$	$\frac{1}{4}R5 : R5$	—	—	—	—	36 38,7
$(\bar{7}2\bar{2}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(\bar{5}\bar{4}97\bar{})$: $(000\bar{1})$	$\frac{1}{7}R9 : 0R$	—	—	—	—	30 12,2
$(\bar{7}2\bar{2}):(\bar{1}00)$	$(\bar{5}\bar{4}9\bar{7}):(\bar{1}01\bar{1})$	$\frac{1}{7}R9 : R$	—	1	1	13 9	12 53,6
$(\bar{7}2\bar{2}):(2\bar{1}\bar{1})$	$(\bar{5}\bar{4}9\bar{7}):(\bar{1}23\bar{2})$	$\frac{1}{7}R9 : -\frac{1}{2}R3$	—	1	1	8 37	8 56,2
$(\bar{7}2\bar{2}):(\bar{1}1\bar{1})$	$(\bar{5}\bar{4}9\bar{7}):(0\bar{2}2\bar{1})$	$\frac{1}{7}R9 : -2R$	—	—	—	—	25 48,4
$(\bar{7}2\bar{2}):(\bar{2}2\bar{7})$	$(\bar{5}\bar{4}9\bar{7}):(5\bar{9}4\bar{7})$	$\frac{1}{7}R9 : \frac{1}{7}R9$	—	—	—	—	32 23,4
$(3\bar{1}1):(111)$	$(22\bar{4}3):(0001)$	$\frac{4}{3}P2 : 0R$	—	—	—	—	31 3,9
$(3\bar{1}1):(100)$	$(22\bar{4}3):(10\bar{1}1)$	$\frac{4}{3}P2 : R$	14 37 —15 2	1	1	14 49,5	14 57,1
$(3\bar{1}1):(2\bar{1}2)$	$(22\bar{4}3):(01\bar{1}1)$	$\frac{4}{3}P2 : -R$	14 16,5 —15 33	8	5	14 42,4	14 57,1
$(3\bar{1}1):(1\bar{1}1)$	$(22\bar{4}3):(02\bar{2}1)$	$\frac{4}{3}P2 : -2R$	—	—	—	—	23 44,9
$(3\bar{1}1):(5\bar{1}1)$	$(22\bar{4}3):(20\bar{2}1)$	$\frac{4}{3}P2 : 2R$	—	—	—	—	23 44,9
$(3\bar{1}1):(4\bar{1}1)$	$(22\bar{4}3):(32\bar{5}4)$	$\frac{4}{3}P2 : \frac{1}{4}R5$	—	—	—	—	3 38,1
$(3\bar{1}1):(2\bar{1}1)$	$(22\bar{4}3):(12\bar{3}2)$	$\frac{4}{3}P2 : -\frac{1}{2}R3$	—	—	—	—	6 52,7
$(3\bar{1}1):(7\bar{2}1)$	$(22\bar{4}3):[21\bar{3}2)$	$\frac{4}{3}P2 : \frac{1}{2}R3$	7 0 — 7 39	2	1	7 19,5	6 52,7

$(311):(101)$	$(22\bar{4}3):(2\bar{1}\bar{1}0)$	$\frac{4}{3}P2:\infty P2$		—	1	1	75 3	75 2,9
$(2\bar{1}1):(111)$	$(12\bar{3}2):(0001)$	$-\frac{1}{2}R3:0R$	34 32	—34 38,5	3	2	34 35,9	34 36,8
$(2\bar{1}1):(311)$	$(12\bar{3}2):(22\bar{4}3)$	$-\frac{1}{2}R3:\frac{4}{3}P2$		—	—	—		6 52,7
$(2\bar{1}1):(7\bar{4}4)$	$(12\bar{3}2):(3.8.\bar{11}.7)$	$-\frac{1}{2}R3:-\frac{5}{7}R^{\frac{11}{5}}$		—	—	—	—	2 46,1
$(2\bar{1}1):(100)$	$(12\bar{3}2):(10\bar{1}1)$	$-\frac{1}{2}R3:R$	21 14	—22 29	32	13	21 52,3	21 29,8
$(2\bar{1}1):(4\bar{1}1)$	$(12\bar{3}2):(32\bar{5}4)$	$-\frac{1}{2}R3:\frac{1}{4}R5$	10 9	—11 6	7	6	10 36,6	10 36,7
$(2\bar{1}1):(1\bar{1}1)$	$(12\bar{3}2):(02\bar{2}1)$	$-\frac{1}{2}R3:-2R$	16 17	—17 39	31	19	16 49,2	16 52,2
$(2\bar{1}1):(2\bar{1}2)$	$(12\bar{3}2):(01\bar{1}1)$	$-\frac{1}{2}R3:-R$	12 6	—12 11	1	1	12 8,5	12 3
$(2\bar{1}1):(3\bar{2}3)$	$(12\bar{3}2):(05\bar{5}4)$	$-\frac{1}{2}R3:-\frac{5}{4}R$	10 21,5	—10 34,5	2	1	10 26	10 43
$(2\bar{1}1):(3\bar{1}0)$	$(12\bar{3}2):(31\bar{4}2)$	$-\frac{1}{2}R3:R2$		—	—	—	—	18 52
$(2\bar{1}1):(4\bar{1}\bar{1})$	$(12\bar{3}2):(50\bar{5}2)$	$-\frac{1}{2}R3:\frac{5}{2}R$		—	1	1	32 39	32 42
$(2\bar{1}1):(2\bar{1}0)$	$(12\bar{3}2):(21\bar{3}1)$	$-\frac{1}{2}R3:R3$		—	—	—		24 29,5
$(2\bar{1}1):(101)$	$(12\bar{3}2):(01\bar{1}2)$	$-\frac{1}{2}R3:-\frac{1}{2}R$		—	1	1	21 7,5	21 16,5
$(2\bar{1}1):(21\bar{1})$	$(12\bar{3}2):(3\bar{2}\bar{1}2)$	$-\frac{1}{2}R3:-\frac{1}{2}R3$	42 20	—43 18	7	4	42 58,9	42 59,6
$(2\bar{1}1):(1\bar{1}2)$	$(12\bar{3}2):(\bar{1}3\bar{2}2)$	$-\frac{1}{2}R3:-\frac{1}{2}R3$	21 11	—21 56	6	6	21 23,8	21 26
$(7\bar{4}4):(100)$	$(3.8.\bar{11}.7):(0001)$	$-\frac{5}{7}R^{\frac{11}{5}}:0R$		—	—	—	—	36 16,8
$(7\bar{4}4):(2\bar{1}1)$	$(3.8.\bar{11}.7):(12\bar{3}2)$	$-\frac{5}{7}R^{\frac{11}{5}}:-\frac{1}{2}R3$		—		—	—	2 46,1
$(7\bar{4}4):(8\bar{5}5)$	$(3.8.\bar{11}.7):(3.10.\bar{13}.8)$	$-\frac{5}{7}R^{\frac{11}{5}}:-\frac{7}{8}R^{\frac{13}{7}}$		—	—	—		2 0
$(7\bar{4}4):(100)$	$(3.8.\bar{11}.7):(10\bar{1}1)$	$-\frac{5}{7}R^{\frac{11}{5}}:R$	24 15	—24 37	2	2	24 25,7	24 35,9
$(7\bar{4}4):(12.\bar{1}.1)$	$(3.8.\bar{11}.7):(11.2.\bar{13}.12)$	$-\frac{5}{7}R^{\frac{11}{5}}:\frac{3}{4}R^{\frac{13}{9}}$	20 44	—20 49	1	1	20 46,5	20 46,9
$(7\bar{4}4):(3\bar{2}2)$	$(3.8.\bar{11}.7):(14\bar{5}3)$	$-\frac{5}{7}R^{\frac{11}{5}}:-R^{\frac{5}{3}}$		—	—	—	3 33	3 30,4
$(7\bar{4}4):(1\bar{1}1)$	$(3.8.\bar{11}.7):(02\bar{2}1)$	$-\frac{5}{7}R^{\frac{11}{5}}:-2R$	14 6	—14 17	3	3	14 11	14 6,1
$(7\bar{4}4):(4\bar{4}7)$	$(3.8.\bar{11}.7):(\bar{3}.11.\bar{8}.7)$	$-\frac{5}{7}R^{\frac{11}{5}}:-\frac{5}{7}R^{\frac{11}{5}}$		—	—		—	17 57,6
$(8\bar{5}5):(100)$	$(3.10.\bar{13}.8):(0001)$	$-\frac{7}{8}R^{\frac{13}{7}}:0R$		—	—	—		37 33,3
$(8\bar{5}5):(7\bar{4}4)$	$(3.10.\bar{13}.8):(3.8.\bar{11}.7)$	$-\frac{7}{8}R^{\frac{13}{7}}:-\frac{5}{7}R^{\frac{11}{5}}$		—	—	—		2 0
$(8\bar{5}5):(3\bar{2}2)$	$(3.10.\bar{13}.8):(14\bar{5}3)$	$-\frac{7}{8}R^{\frac{13}{7}}:-R^{\frac{5}{3}}$		—		—	—	1 30,4
$(8\bar{5}5):(100)$	$(3.10.\bar{13}.8):(10\bar{1}1)$	$-\frac{7}{8}R^{\frac{13}{7}}:R$	26 26	—26 45	1	1	26 35,5	26 35,9
$(8\bar{5}5):(2\bar{1}1)$	$(3.10.\bar{13}.8):(12\bar{3}2)$	$-\frac{7}{8}R^{\frac{13}{7}}:-\frac{1}{2}R3$		—	—	—	—	4 46,1
$(8\bar{5}5):(1\bar{1}1)$	$(3.10.\bar{13}.8):(02\bar{2}1)$	$-\frac{7}{8}R^{\frac{13}{7}}:-2R$	11 47	—11 54	1	1	11 50,5	12 6,1
$(8\bar{5}5):(5\bar{5}8)$	$(3.10.\bar{13}.8):(\bar{3}.12.\bar{10}.8)$	$-\frac{7}{8}R^{\frac{13}{7}}:-\frac{7}{8}R^{\frac{13}{7}}$		—	—	—	—	15 26,2
$(3\bar{2}2):(100)$	$(14\bar{5}3):(0001)$	$-R^{\frac{5}{3}}:0R$		—	—	—	—	38 33,1
$(3\bar{2}2):(8\bar{5}5)$	$(14\bar{5}3):(3.10.\bar{13}.8)$	$-R^{\frac{5}{3}}:-\frac{7}{8}R^{\frac{13}{7}}$		—	—	—	—	1 30,4

Miller:		Bravais:	Naumann:	Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechuet:
$(3\bar{2}2) : (10.\bar{7}.7)$	=	$(14\bar{5}3) : (3.14.\bar{17}.10)$ =	$-R\frac{5}{3} : -\frac{11}{10}R\frac{17}{11}$	= —	—	—	—	1° 10,7′
$(3\bar{2}2) : (100)$		$(14\bar{5}3) : (10\bar{1}1)$	$—R\frac{5}{3} : R$	27° 24′ —27° 53′	4	2	27° 40,6′	28 6,3
$(3\bar{2}2) : (744)$		$(14\bar{5}3) : (3.8.\bar{1}\bar{1}.7)$	$—R\frac{5}{3} : -\frac{5}{7}R\frac{11}{5}$	—	1	1	3 33	3 30,4
$(3\bar{2}2) : (2\bar{1}1)$		$(14\bar{5}3) : (12\bar{3}2)$	$—R\frac{5}{3} : -\frac{1}{2}R3$	5 42 — 6 4,5	1	1	5 53,2	6 16,5
$(3\bar{2}2) : (1\bar{1}1)$		$(14\bar{5}3) : (02\bar{2}1)$	$—R\frac{5}{3} : -2R$	10 33 —11 8	4	3	10 46,4	10 35,7
$(3\bar{2}2) : (2\bar{1}2)$		$(14\bar{5}3) : (01\bar{1}1)$	$—R\frac{5}{3} : -R$	—	—	—	—	12 29,4
$(3\bar{2}2) : (5\bar{4}5)$		$(14\bar{5}3) : (03\bar{3}2)$	$—R\frac{5}{3} : -\frac{3}{2}R$	—	—	—	—	6 46,6
$(3\bar{2}2) : (2\bar{2}3)$		$(14\bar{5}3) : (\bar{1}5\bar{4}3)$	$—R\frac{5}{3} : -R\frac{5}{3}$	—	—	—	—	13 33,3
$(10.\bar{7}.7) : (111)$		$(3.14.\bar{17}.10) : (0001)$	$-\frac{11}{10}R\frac{17}{11} : 0R$	—	—	—	—	39 21
$(10.\bar{7}.7) : (3\bar{2}2)$		$(3.14.\bar{17}.10) : (14\bar{5}3)$	$-\frac{11}{10}R\frac{17}{11} : -R\frac{5}{3}$	—	—	—	—	1 10,7
$(10.\bar{7}.7) : (5\bar{4}4)$		$(3.14.\bar{17}.10) : (18\bar{9}5)$	$-\frac{11}{10}R\frac{17}{11} : -\frac{7}{5}R\frac{9}{7}$	—	—	—	—	3 16,5
$(10.\bar{7}.7) : (100)$		$(3.14.\bar{17}.10) : (10\bar{1}1)$	$-\frac{11}{10}R\frac{17}{11} : R$	—	1	1	29 10	29 17
$(10.\bar{7}.7) : (2\bar{1}1)$		$(3.14.\bar{17}.10) : (12\bar{3}2)$	$-\frac{11}{10}R\frac{17}{11} : -\frac{1}{2}R3$	7 19 — 7 31	2	2	7 25	7 27,2
$(10.\bar{7}.7) : (4\bar{1}1)$		$(3.14.\bar{17}.10) : (32\bar{5}4)$	$-\frac{11}{10}R\frac{17}{11} : \frac{1}{4}R5$	—	1	1	18 1,5	17 58
$(10.\bar{7}.7) : (1\bar{1}1)$		$(3.14.\bar{17}.10) : (02\bar{2}1)$	$-\frac{11}{10}R\frac{17}{11} : -2R$	9 19,5 — 9 21,5	2	2	9 20,5	9 25
$(10.\bar{7}.7) : (7.\bar{7}.10)$		$(3.14.\bar{17}.10) : (3.17.\bar{14}.10)$	$-\frac{11}{10}R\frac{17}{11} : -\frac{11}{10}R\frac{17}{11}$	—	—	—	—	12 2
$(5\bar{4}4) : (111)$		$(18\bar{9}5) : (0001)$	$—\frac{7}{5}R\frac{9}{7} : 0R$	—	—	—	—	41 43,3
$(5\bar{4}4) : (10.\bar{7}.7)$		$(18\bar{9}5) : (3.14.\bar{17}.10)$	$—\frac{7}{5}R\frac{9}{7} : -\frac{11}{10}R\frac{17}{11}$	—	—	—	—	3 16,5
$(5\bar{4}4) : (1\bar{1}1)$		$(18\bar{9}5) : (02\bar{2}1)$	$—\frac{7}{5}R\frac{9}{7} : -2R$	—	1	1	6 6	6 2,1
$(5\bar{4}4) : (100)$		$(18\bar{9}5) : (10\bar{1}1)$	$—\frac{7}{5}R\frac{9}{7} : R$	32 30 —32 37	1	1	32 33,5	32 39,9
$(5\bar{4}4) : (4\bar{1}1)$		$(18\bar{9}5) : (32\bar{5}4)$	$—\frac{7}{5}R\frac{9}{7} : \frac{1}{4}R5$	—	—	—	—	21 20,9
$(5\bar{4}4) : (2\bar{1}1)$		$(18\bar{9}5) : (12\bar{3}2)$	$—\frac{7}{5}R\frac{9}{7} : -\frac{1}{2}R3$	—	—	—	—	10 50,1
$(5\bar{4}4) : (4\bar{4}5)$		$(18\bar{9}5) : (\bar{1}9\bar{8}5)$	$—\frac{7}{5}R\frac{9}{7} : -\frac{7}{5}R\frac{9}{7}$	—	—	—	—	7 43,4
$(\bar{15}.15.\bar{14}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$		$(\bar{1}.\bar{29}.30.\bar{14}) : (000\bar{1})$	$-2R\frac{15}{14} : 0R$	—	—	—	—	47 43,2
$(\bar{15}.15.\bar{14}) : (\bar{1}1\bar{1})$		$(\bar{1}.\bar{29}.30.\bar{14}) : (0\bar{2}2\bar{1})$	$-2R\frac{15}{14} : -2R$	1 56 — 1 58	1	1	1 57	1 56,5
$(\bar{15}.15.\bar{14}) : (\bar{3}3\bar{1})$		$(\bar{1}.\bar{29}.30.\bar{14}) : (\bar{2}\bar{4}6\bar{1})$	$-2R\frac{15}{14} : -2R3$	—	—	—	—	26 46,1
$(\bar{15}.15.\bar{14}) : (\bar{14}.15.\bar{15})$		$(\bar{1}.\bar{29}.30.\bar{14}) : (1.\bar{30}.29.\bar{14})$	$-2R\frac{15}{14} : -2R\frac{15}{14}$	—	—	—	—	2 29,2
$(\bar{15}.15.\bar{14}) : (\bar{1}10)$		$(\bar{1}.\bar{29}.30.\bar{14}) : (\bar{1}\bar{1}20)$	$-2R\frac{15}{14} : \infty P2$	—	—	—	—	49 21,5
$(\bar{15}.15.\bar{14}) : (\bar{15}.\bar{14}.15)$		$(\bar{1}.\bar{29}.30.\bar{14}) : (\bar{30}.29.1.\bar{5})$	$-2R\frac{15}{14} : -2R\frac{15}{14}$	—	—	—	—	78 2,6
$(6\bar{6}5) : (111)$		$(1.11.\bar{12}.5) : (0001)$	$—2R\frac{6}{5} : 0R$	—	—	—	—	50 17,1
$(6\bar{6}5) : (1\bar{1}1)$		$(1.11.\bar{12}.5) : (02\bar{2}1)$	$—2R\frac{6}{5} : -2R$	5 21 — 5 48	1	1	[illegible]	[illegible]

$(6\bar{6}5):(3\bar{3}2)$	$(1.11.\bar{12}.5):(15\bar{6}2)$	$-2R\frac{6}{5} : -2R\frac{3}{2}$	—	—	—	—	6 22,2
$(6\bar{6}5):(2\bar{2}1)$	$(1.11.\bar{12}.5):(13\bar{4}1)$	$-2R\frac{6}{5} : -2R2$	13 53,5 —14 6,5	1	1	14 0	14 9,6
$(6\bar{6}5):(3\bar{3}1)$	$(1.11.\bar{12}.5):(24\bar{6}1)$	$-2R\frac{6}{5} : -2R3$	—	1	1	23 11	23 32,3
$(6\bar{6}5):(1\bar{1}0)$	$(1.11.\bar{12}.5):(11\bar{2}0)$	$-2R\frac{6}{5} : \infty P2$	—	1	1	45 54	46 7,7
$(6\bar{6}5):(5\bar{6}6)$	$(1.11.\bar{12}.5):(\bar{1}.12.\bar{11}.5)$	$-2R\frac{6}{5} : -2R\frac{6}{5}$	—	—	—	—	6 37,2
$(6\bar{6}5):(65\bar{6})$	$(1.11.\bar{12}.5):(12.\bar{11}.\bar{1}.5)$	$-2R\frac{6}{5} : -2R\frac{6}{5}$	—	—	—	—	78 53
$(3\bar{3}2):(111)$	$(15\bar{6}2):(0001)$	$-2R\frac{3}{2} : 0R$	—	—	—	-	55 27,5
$(3\bar{3}2):(665)$	$(15\bar{6}2):(1.11.\bar{12}.5)$	$-2R\frac{3}{2} : -2R\frac{6}{5}$	—	—	—	—	6 22,2
$(3\bar{3}2):(2\bar{2}1)$	$(15\bar{6}2):(13\bar{4}1)$	$-2R\frac{3}{2} : -2R2$	7 2 — 8 38	6	4	7 41,6	7 47,4
$(3\bar{3}2):(1\bar{1}1)$	$(15\bar{6}2):(02\bar{2}1)$	$-2R\frac{3}{2} : -2R$	10 46 —12 52	8	5	11 31,3	11 32,5
$(3\bar{3}2):(3\bar{3}1)$	$(15\bar{6}2):(24\bar{6}1)$	$-2R\frac{3}{2} : -2R3$	16 24 —17 42,5	5	4	17 6,1	17 10,1
$(3\bar{3}2):(1\bar{1}0)$	$(15\bar{6}2):(11\bar{2}0)$	$-2R\frac{3}{2} : \infty P2$	38 47 —40 30	6	5	39 42,8	39 45,5
$(3\bar{3}2):(2\bar{3}3)$	$(15\bar{6}2):(1\bar{6}52)$	$-2R\frac{3}{2} : -2R\frac{3}{2}$	—	—	—	—	14 43,8
$(3\bar{3}2):(32\bar{3})$	$(15\bar{6}2):(6\bar{5}\bar{1}2)$	$-2R\frac{3}{2} : -2R\frac{3}{2}$	—	—	—	—	79 40
$(2\bar{2}1):(111)$	$(13\bar{4}1):(0001)$	$-2R2 : 0R$	—	—	—	—	62 0,2
$(2\bar{2}1):(3\bar{3}2)$	$(13\bar{4}1):(15\bar{6}2)$	$-2R2 : -2R\frac{3}{2}$	7 2 — 8 38	6	4	7 41,6	7 47,4
$(2\bar{2}1):(3\bar{3}1)$	$(13\bar{4}1):(24\bar{6}1)$	$-2R2 : -2R3$	9 4,5 — 9 44	7	5	9 18,5	9 22,7
$(2\bar{2}1):(1\bar{1}1)$	$(13\bar{4}1):(02\bar{2}1)$	$-2R2 : -2R$	18 47 —19 54,5	16	10	19 23,7	19 19,9
$(2\bar{2}1):(13.\bar{13}.4)$	$(13\bar{4}1):(9.17.\bar{26}.4)$	$-2R2 : -2R\frac{13}{4}$	11 5 —11 26	3	2	11 17,4	10 57,4
$(2\bar{2}1):(661)$	$(13\bar{4}1):(5.7.\bar{12}.1)$	$-2R2 : -2R6$	—	1	1	20 17	20 13
$(2\bar{2}1):(1\bar{1}0)$	$(13\bar{4}1):(11\bar{2}0)$	$-2R2 : \infty P2$	31 44 —32 24	15	9	31 57,5	31 58,1
$(2\bar{2}1):(100)$	$(13\bar{4}1):(10\bar{1}1)$	$-2R2 : R$	—	1	1	45 43	45 37,2
$(2\bar{2}1):(1\bar{2}1)$	$(13\bar{4}1):(01\bar{1}0)$	$-2R2 : \infty R$	—	—	—	—	31 0,5
$(2\bar{2}1):(5\bar{4}2)$	$(13\bar{4}1):(12\bar{3}1)$	$-2R2 : -R3$	—	—	—	—	9 4,5
$(2\bar{2}1):(3\bar{2}1)$	$(13\bar{4}1):(23\bar{5}2)$	$-2R2 : -\frac{1}{2}R5$	—	—	—	-	15 26
$(2\bar{2}1):(1\bar{2}2)$	$(13\bar{4}1):(\bar{1}4\bar{3}1)$	$-2R2 : -2R2$	—	1	1	24 33	24 29,2
$(2\bar{2}1):(21\bar{2})$	$(13\bar{4}1):(4\bar{3}\bar{1}1)$	$-2R2 : -2R2$	—	—	—	—	79 1,6
$(2\bar{2}1):(3\bar{4}3)$	$(13\bar{4}1):(07\bar{7}2)$	$-2R2 : -\frac{7}{2}R$	—	—	—	—	12 14,6
$(2\bar{2}1):(4\bar{1}\bar{1})$	$(13\bar{4}1):(50\bar{5}2)$	$-2R2 : \frac{5}{2}R$	39 28,5 —39 32,5	2	1	39 30,5	39 30,8
$(2\bar{2}1):(3\bar{2}0)$	$(13\bar{4}1):(32\bar{5}1)$	$-2R2 : R5$	—	1	1	20 22	20 49,4
$(2\bar{2}1):(4\bar{3}1)$	$(13\bar{4}1):(34\bar{7}2)$	$-2R2 : -\frac{1}{2}R7$	—	—	—	—	10 42,6
$(2\bar{2}1):(2\bar{1}0)$	$(13\bar{4}1):(21\bar{3}1)$	$-2R2 : R3$	24 4,5 —24 13	4	3	24 9,1	24 8,5
$(2\bar{2}1):(2\bar{3}2)$	$(13\bar{4}1):(05\bar{5}1)$	$-2R2 : -5R$	—	1	1	14 10,5	14 26,9

Miller:		Bravais:		Naumann:		Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(3\bar{3}1):(111)$	=	$(24\bar{6}1):(0001)$	=	$-2R3:0R$	=	—	—	—	—	$70^0\ 5,3'$
$(3\bar{3}1):(2\bar{2}1)$		$(24\bar{6}1):(13\bar{4}1)$		$-2R3:-2R2$		$9^0\ 4,5'$ — $9^0 44'$	7	5	$9^0 18,5'$	9 22,7
$(3\bar{3}1):(13.\bar{1}\bar{3}.4)$		$(24\bar{6}1):(9.17.\bar{2}\bar{6}.4)$		$-2R3:-2R\frac{13}{4}$		—	1	1	1 43	1 34,9
$(3\bar{3}1):(1\bar{1}1)$		$(24\bar{6}1):(02\bar{2}1)$		$-2R3:-2R$		28 7,5 — 28 59	8	5	28 48,5	28 42,6
$(3\bar{3}1):(6\bar{6}5)$		$(24\bar{6}1):(1.11.\bar{1}\bar{2}.5)$		$-2R3:-2R\frac{6}{5}$		—	1	1	23 11	23 32,3
$(3\bar{3}1):(3\bar{3}2)$		$(24\bar{6}1):(15\bar{6}2)$		$-2R3:-2R\frac{3}{2}$		16 24 — 17 42	5	4	17 6,1	17 10,1
$(3\bar{3}1):(6\bar{6}1)$		$(24\bar{6}1):(5.7.\bar{1}\bar{2}.1)$		$-2R3:-2R6$		—	1	1	10 55	10 50,3
$(3\bar{3}1):(1\bar{1}0)$		$(24\bar{6}1):(11\bar{2}0)$		$-2R3:\infty P2$		22 3 — 22 43	9	6	22 32,8	22 35,4
$(3\bar{3}1):(2\bar{1}0)$		$(24\bar{6}1):(21\bar{3}1)$		$-2R3:R3$		—	—	—	—	24 55,4
$(3\bar{3}1):(1\bar{2}1)$		$(24\bar{6}1):(01\bar{1}0)$		$-2R3:\infty R$		—	—	—	—	27 19,5
$(3\bar{3}1):(3\bar{1}\bar{1})$		$(24\bar{6}1):(40\bar{4}1)$		$-2R3:4R$		—	—	—	—	37 59,5
$(3\bar{3}1):(3\bar{5}3)$		$(24\bar{6}1):(08\bar{8}1)$		$-2R3:-8R$		—	—	—	—	19 22,8
$(3\bar{3}1):(3\bar{2}0)$		$(24\bar{6}1):(32\bar{5}1)$		$-2R3:R5$		—	—	—	—	16 39,7
$(3\bar{3}1):(2\bar{3}2)$		$(24\bar{6}1):(05\bar{5}1)$		$-2R3:-5R$		—	—	—	—	17 55,5
$(3\bar{3}1):(4\bar{3}0)$		$(24\bar{6}1):(43\bar{7}1)$		$-2R3:R7$		—	—	—	—	14 57,5
$(3\bar{3}1):(1\bar{3}3)$		$(24\bar{6}1):(\bar{2}6\bar{4}1)$		$-2R3:-2R3$		—	—	—	—	35 51
$(3\bar{3}1):(31\bar{3})$		$(24\bar{6}1):(6\bar{4}\bar{2}1)$		$-2R3:-2R3$		—	—	—	—	75 59
$(\bar{3}3\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$		$(\bar{2}\bar{4}6\bar{1}):(0001)$		$-2R3:0R$		—	—	—	—	70 5,3
$(\bar{3}3\bar{1}):(\bar{1}5.14.\bar{1}\bar{4})$		$(\bar{2}\bar{4}6\bar{1}):(\bar{1}.\bar{2}\bar{9}.30.\bar{1}\bar{4})$		$-2R3:-2R\frac{15}{14}$		—	—	—	—	26 46,1
$(\bar{3}3\bar{1}):(\bar{1}1\bar{1})$		$(\bar{2}\bar{4}6\bar{1}):(0\bar{2}2\bar{1})$		$-2R3:-2R$		—	1	1	28 15	28 42,6
$(\bar{3}3\bar{1}):(\bar{1}10)$		$(\bar{2}\bar{4}6\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}20)$		$-2R3:\infty P2$		—	1	1	23 6	22 35,4
$(\bar{3}3\bar{1}):(\bar{2}10)$		$(\bar{2}\bar{4}6\bar{1}):(\bar{2}\bar{1}3\bar{1})$		$-2R3:R3$		—	—	—	—	24 55,4
$(\bar{3}3\bar{1}):(\bar{1}3\bar{3})$		$(\bar{2}\bar{4}6\bar{1}):(\bar{2}64\bar{1})$		$-2R3:-2R3$		—	—	—	—	35 51
$(\bar{3}3\bar{1}):(\bar{3}13)$		$(\bar{2}\bar{4}6\bar{1}):(\bar{6}42\bar{1})$		$-2R3:-2R3$		—	—	—	—	75 59
$(13.\bar{1}\bar{3}.4):(111)$		$(9.17.\bar{2}\bar{6}.4):(0001)$		$-2R\frac{13}{4}:0R$		—	—	—	—	71 27,9
$(13.\bar{1}\bar{3}.4):(3\bar{3}1)$		$(9.17.\bar{2}\bar{6}.4):(24\bar{6}1)$		$-2R\frac{13}{4}:-2R3$		—	1	1	1 43	1 34,9
$(13.\bar{1}\bar{3}.4):(6\bar{6}1)$		$(9.17.\bar{2}\bar{6}.4):(5.7.\bar{1}\bar{2}.1)$		$-2R\frac{13}{4}:-2R6$		—	1	1	9 12	9 15,4
$(13.\bar{1}\bar{3}.4):(1\bar{1}1)$		$(9.17.\bar{2}\bar{6}.4):(02\bar{2}1)$		$-2R\frac{13}{4}:-2R$		30 12 — 30 56,5	3	3	30 17,4	30 17,4
$(13.\bar{1}\bar{3}.4):(2\bar{2}1)$		$(9.17.\bar{2}\bar{6}.4):(13\bar{4}1)$		$-2R\frac{13}{4}:-2R2$		11 5 — 11 26	3	2	11 17,4	10 57,4
$(13.\bar{1}\bar{3}.4):(1\bar{1}0)$		$(9.17.\bar{2}\bar{6}.4):(11\bar{2}0)$		$-2R\frac{13}{4}:\infty P2$		20 32 — 20 59	3	3	20 56,1	21 0,5
$(13.\bar{1}\bar{3}.4):(4.\bar{1}\bar{3}.13)$		$(9.17.\bar{2}\bar{6}.4):(9.26.\bar{1}\bar{7}.4)$		$-2R\frac{13}{4}:-2R\frac{13}{4}$		—	—	—	—	37 42,4
$(13.\bar{1}\bar{3}.4):(13.4.\bar{1}\bar{3})$		$(9.17.\bar{2}\bar{6}.4):(26.\bar{1}\bar{7}.\bar{9}.4)$		$-2R\frac{13}{4}:-2R\frac{13}{4}$		—	—	—	—	75 14

$(6\bar{6}1):(111)$	$(5.7.\bar{12}.1):(0001)$	$-2R6:0R$		—	—	—	—	19 35,8
$(6\bar{6}1):(13.\bar{13}.4)$	$(5.7.\bar{12}.1):(9.17.\bar{26}.4)$	$-2R6:-2R\frac{13}{4}$		—	1	1	9 12	9 15,4
$(6\bar{6}1):(7\bar{7}1)$	$(5.7.\bar{12}.1):(6.8.\bar{14}.1)$	$-2R6:-2R7$		—	—	—	—	1 47,7
$(6\bar{6}1):(1\bar{1}1)$	$(5.7.\bar{12}.1):(02\bar{2}1)$	$-2R6:-2R$		—	1	1	39 24	39 32,9
$(6\bar{6}1):(2\bar{2}1)$	$(5.7.\bar{12}.1):(13\bar{4}1)$	$-2R6:-2R2$		—	1	1	20 17	20 13
$(6\bar{6}1):(3\bar{3}1)$	$(5.7.\bar{12}.1):(24\bar{6}1)$	$-2R6:-2R3$		—	1	1	10 55	10 50,3
$(6\bar{6}1):(1\bar{1}0)$	$(5.7.\bar{12}.1):(11\bar{2}0)$	$-2R6:\infty P2$		—	1	1	11 47	11 45,1
$(6\bar{6}1):(1\bar{6}6)$	$(5.7.\bar{12}.1):(\bar{5}.12.\bar{7}.1)$	$-2R6:-2R6$		—	—	—	—	48 9
$(6\bar{6}1):(61\bar{6})$	$(5.7.\bar{12}.1):(12.\bar{7}.\bar{5}.1)$	$-2R6:-2R6$		—	—	—	—	69 39
$(7\bar{7}1):(111)$	$(6.8.\bar{14}.1):(0001)$	$-2R7:0R$		—	—	—	—	81 2,8
$(7\bar{7}1):(6\bar{6}1)$	$(6.8.\bar{14}.1):(5.7.\bar{12}.1)$	$-2R7:-2R6$		—	—	—	—	1 47,7
$(7\bar{7}1):(1\bar{1}0)$	$(6.8.\bar{14}.1):(11\bar{2}0)$	$-2R7:\infty P2$	9 51	—10 15	1	1	10 6,1	9 57,4
$(7\bar{7}1):(1\bar{1}1)$	$(6.8.\bar{14}.1):(02\bar{2}1)$	$-2R7:-2R$	41 2	—41 24	1	1	41 9,8	41 20,6
$(7\bar{7}1):(1\bar{7}7)$	$(6.8.\bar{14}.1):(\bar{6}.14.\bar{8}.1)$	$-2R7:-2R7$		—	—	—	—	50 4
$(7\bar{7}1):(71\bar{7})$	$(6.8.\bar{14}.1):(14.\bar{8}.\bar{6}.1)$	$-2R7:-2R7$		—	—	—	—	68 21
$(95\bar{7}):(111)$	$(16.\bar{12}.\bar{4}.7):(0001)$	$-\frac{8}{7}R2:0R$		—	—	—	—	47 4
$(95\bar{7}):(3\bar{1}\bar{1})$	$(16.\bar{12}.\bar{4}.7):(40\bar{4}1)$	$-\frac{8}{7}R2:4R$		—	1	1	41 6	41 14
$(95\bar{7}):(1\bar{1}\bar{1})$	$(16.\bar{12}.\bar{4}.7):(2\bar{2}01)$	$-\frac{8}{7}R2:-2R$		—	1	1	10 11,5	10 7
$(95\bar{7}):(31\bar{2})$	$(16.\bar{12}.\bar{4}.7):(5\bar{3}\bar{2}2)$	$-\frac{8}{7}R2:-\frac{1}{2}R5$		—	1	1	7 14	7 14,5
$(95\bar{7}):(20\bar{1})$	$(16.\bar{12}.\bar{4}.7):(3\bar{1}\bar{2}1)$	$-\frac{8}{7}R2:R3$		—	1	1	21 46	21 54
$(95\bar{7}):(4\bar{2}\bar{1})$	$(16.\bar{12}.\bar{4}.7):(51\bar{6}1)$	$-\frac{8}{7}R2:4R\frac{3}{2}$		—	1	1	51 42	51 49,2
$(95\bar{7}):(5\bar{3}\bar{1})$	$(16.\bar{12}.\bar{4}.7):(62\bar{8}1)$	$-\frac{8}{7}R2:4R2$		—	1	1	58 4	58 5,5
$(95\bar{7}):(9\bar{7}5)$	$(16.\bar{12}.\bar{4}.7):(4.12.\bar{16}.7)$	$-\frac{8}{7}R2:-\frac{8}{7}R2$		—	—	—	—	63 42
$(95\bar{7}):(59\bar{7})$	$(16.\bar{12}.\bar{4}.7):(12.\bar{16}.4.7)$	$-\frac{8}{7}R2:-\frac{8}{7}R2$		—	—	—	—	20 14
$(31\bar{2}):(111)$	$(5\bar{3}\bar{2}2):(0001)$	$-\frac{1}{2}R5:0R$		—	—	—	—	48 40
$(31\bar{2}):(100)$	$(5\bar{3}\bar{2}2):(10\bar{1}1)$	$-\frac{1}{2}R5:R$		—	—	—	—	30 11,2
$(31\bar{2}):(3\bar{1}\bar{1})$	$(5\bar{3}\bar{2}2):(40\bar{4}1)$	$-\frac{1}{2}R5:4R$		—	1	1	33 52	33 59,5
$(31\bar{2}):(1\bar{1}\bar{1})$	$(5\bar{3}\bar{2}2):(2\bar{2}01)$	$-\frac{1}{2}R5:-2R$	17 25,5	—17 40,5	2	1	17 28	17 21,5
$(31\bar{2}):(95\bar{7})$	$(5\bar{3}\bar{2}2):(16.\bar{12}.\bar{4}.7)$	$-\frac{1}{2}R5:-\frac{8}{7}R2$		—	1	1	7 14	7 14,5
$(31\bar{2}):(20\bar{1})$	$(5\bar{3}\bar{2}2):(3\bar{1}\bar{2}1)$	$-\frac{1}{2}R5:R3$	14 24	—14 32	2	1	14 30,6	14 39,7
$(31\bar{2}):(4\bar{2}\bar{1})$	$(5\bar{3}\bar{2}2):(51\bar{6}1)$	$-\frac{1}{2}R5:4R\frac{3}{2}$		—	1	1	44 28	44 34,5
$(31\bar{2}):(5\bar{3}\bar{1})$	$(5\bar{3}\bar{2}2):(62\bar{8}1)$	$-\frac{1}{2}R5:4R2$		—	1	1	50 50	50 51
$(31\bar{2}):(21\bar{2})$	$(5\bar{3}\bar{2}2):(4\bar{3}\bar{1}1)$	$-\frac{1}{2}R5:-2R2$		—	—	—	—	15 26

Miller:		Bravais:		Naumann:	Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(3 1 \bar{2}) : (5 2 \bar{4})$	=	$(5 \bar{3} \bar{2} 2) : (3 \bar{2} \bar{1} 1)$	=	$-\frac{1}{2}R5 : -R3$ =	—	—	—	—	6° 21,5′
$(3 1 \bar{2}) : (3 \bar{2} 1)$		$(5 \bar{3} \bar{2} 2) : (2 3 \bar{5} 2)$		$-\frac{1}{2}R5 : -\frac{1}{2}R5$	—	—	—	—	53 11
$(3 1 \bar{2}) : (1 3 \bar{2})$		$(5 \bar{3} \bar{2} 2) : (3 \bar{5} 2 2)$		$-\frac{1}{2}R5 : -\frac{1}{2}R5$	—	—	—	—	34 43
$(3 1 \bar{2}) : (1 1 \bar{2})$		$(5 \bar{3} \bar{2} 2) : (1 \bar{1} 0 0)$		$-\frac{1}{2}R5 : \infty R$	—	—	—	—	46 26,5
$(7 \bar{3} \bar{1}) : (1 1 1)$		$(8.2.\bar{1}\bar{0}.3) : (0 0 0 1)$		$2R\frac{5}{3} : 0R$	—	—	—	—	57 4,6
$(7 \bar{3} \bar{1}) : (1 \bar{1} 1)$		$(8.2.\bar{1}\bar{0}.3) : (0 2 \bar{2} 1)$		$2R\frac{5}{3} : -2R$	—	1	1	37° 35′	38 4
$(7 \bar{3} \bar{1}) : (2 \bar{1} 0)$		$(8.2.\bar{1}\bar{0}.3) : (2 1 \bar{3} 1)$		$2R\frac{5}{3} : R3$	—	—	—	—	6 12,9
$(7 \bar{3} \bar{1}) : (3 \bar{1} \bar{1})$		$(8.2.\bar{1}\bar{0}.3) : (4 0 \bar{4} 1)$		$2R\frac{5}{3} : 4R$	—	1	1	13 17	13 7,1
$(7 \bar{3} \bar{1}) : (7 \bar{2} \bar{2})$		$(8.2.\bar{1}\bar{0}.3) : (3 0 \bar{3} 1)$		$2R\frac{5}{3} : 3R$	—	—	—	—	10 28,1
$(7 \bar{3} \bar{1}) : (7 \bar{1} \bar{3})$		$(8.2.\bar{1}\bar{0}.3) : (1 0.\bar{2}.\bar{8}.3)$		$2R\frac{5}{3} : 2R\frac{5}{3}$	—	—	—	—	20 56,3
$(7 \bar{3} \bar{2}) : (1 1 1)$		$(9.1.\bar{1}\bar{0}.2) : (0 0 0 1)$		$4R\frac{5}{4} : 0R$	—	—	—	—	68 1,5
$(7 \bar{3} \bar{2}) : (3 \bar{1} \bar{1})$		$(9.1.\bar{1}\bar{0}.2) : (4 0 \bar{4} 1)$		$4R\frac{5}{4} : 4R$	—	1	1	5 33	5 52,5
$(7 \bar{3} \bar{2}) : (4 \bar{2} \bar{1})$		$(9.1.\bar{1}\bar{0}.2) : (5 1 \bar{6} 1)$		$4R\frac{5}{4} : 4R\frac{3}{2}$	—	—	—	—	4 40,6
$(7 \bar{3} \bar{2}) : (1 \bar{1} 0)$		$(9.1.\bar{1}\bar{0}.2) : (1 1 \bar{2} 0)$		$4R\frac{5}{4} : \infty P2$	—	1	1	32 59	32 44,4
$(7 \bar{3} \bar{2}) : (7 \bar{2} \bar{3})$		$(9.1.\bar{1}\bar{0}.2) : (1 0.\bar{1}.\bar{9}.2)$		$4R\frac{5}{4} : 4R\frac{5}{4}$	—	—	—	—	9 27,2
$(7 \bar{3} \bar{2}) : (\bar{2} 3 \bar{7})$		$(9.1.\bar{1}\bar{0}.2) : (\bar{9}.1 0.\bar{1}.2)$		$4R\frac{5}{4} : 4R\frac{5}{4}$	—	—	—	—	98 42,2
$(7 \bar{3} \bar{2}) : (3 \bar{2} 0)$		$(9.1.\bar{1}\bar{0}.2) : (3 2 \bar{5} 1)$		$4R\frac{5}{4} : R5$	—	—	—		16 57,4
$(4 \bar{2} \bar{1}) : (1 1 1)$		$(5 1 \bar{6} 1) : (0 0 0 1)$		$4R\frac{3}{2} : 0R$	—	—	—	—	71 0,2
$(4 \bar{2} \bar{1}) : (1 \bar{1} 0)$		$(5 1 \bar{6} 1) : (1 1 \bar{2} 0)$		$4R\frac{3}{2} : \infty P2$	—	1	1	28 0,5	28 4
$(4 \bar{2} \bar{1}) : (5 \bar{2} \bar{2})$		$(5 1 \bar{6} 1) : (7 0 \bar{7} 1)$		$4R\frac{3}{2} : 7R$	—	—	—	—	9 18,2
$(4 \bar{2} \bar{1}) : (3 \bar{2} 0)$		$(5 1 \bar{6} 1) : (3 2 \bar{5} 1)$		$4R\frac{3}{2} : R5$	—	—	—	—	14 16,5
$(4 \bar{2} \bar{1}) : (3 \bar{1} \bar{1})$		$(5 1 \bar{6} 1) : (4 0 \bar{4} 1)$		$4R\frac{3}{2} : 4R$	—	1	1	10 36	10 35,1
$(4 \bar{2} \bar{1}) : (5 \bar{3} \bar{1})$		$(5 1 \bar{6} 1) : (6 2 \bar{8} 1)$		$4R\frac{3}{2} : 4R2$	—	1	1	6 22	6 16,3
$(4 \bar{2} \bar{1}) : (4 \bar{3} 0)$		$(5 1 \bar{6} 1) : (4 3 \bar{7} 1)$		$4R\frac{3}{2} : R7$	—	—	—	—	15 35
$(4 \bar{2} \bar{1}) : (4 \bar{1} \bar{2})$		$(5 1 \bar{6} 1) : (6 \bar{1} \bar{5} 1)$		$4R\frac{3}{2} : 4R\frac{3}{2}$	—	—	—	—	16 55
$(4 \bar{2} \bar{1}) : (\bar{1} \bar{2} 4)$		$(5 1 \bar{6} 1) : (\bar{5} 6 \bar{1} 1)$		$4R\frac{3}{2} : 4R\frac{3}{2}$	—	—	—	—	94 41
$(4 \bar{2} \bar{1}) : (2 \bar{1} \bar{1})$		$(5 1 \bar{6} 1) : (1 0 \bar{1} 0)$		$4R\frac{3}{2} : \infty R$	—	—	—	—	20 55,7
$(4 \bar{2} \bar{1}) : (2 \bar{1} 0)$		$(5 1 \bar{6} 1) : (2 1 \bar{3} 1)$		$4R\frac{3}{2} : R3$	—	—	—		19 9,2
$(4 \bar{2} \bar{1}) : (2 0 \bar{1})$		$(5 1 \bar{6} 1) : (3 \bar{1} \bar{2} 1)$		$4R\frac{3}{2} : R3$	—	1	1	29 56	29 55,1
$(4 \bar{2} \bar{1}) : (3 1 \bar{2})$		$(5 1 \bar{6} 1) : (5 \bar{3} \bar{2} 2)$		$4R\frac{3}{2} : -\frac{1}{2}R5$	—	1	1	44 28	44 34,7
$(4 \bar{2} \bar{1}) : (9 5 \bar{7})$		$(5 1 \bar{6} 1) : (1 6.\bar{1}\bar{2}.\bar{4}.7)$		$4R\frac{3}{2} : -\frac{8}{7}R2$	—	1	1	51 42	51 49,2

$(421) : (631)$	$(5164) : (7292)$	$4R\frac{3}{2} : \frac{5}{2}R\frac{9}{5}$		—	—	—	—	6 48,5
$(5\bar{3}\bar{1}) : (111)$	$(62\bar{8}1) : (0001)$	$4R2 : 0R$		—	—	—	—	75 6,8
$(5\bar{3}\bar{1}) : (1\bar{1}0)$	$(62\bar{8}1) : (11\bar{2}0)$	$4R2 : \infty P2$		—	1	1	21 38,5	21 47,5
$(5\bar{3}\bar{1}) : (3\bar{1}\bar{1})$	$(62\bar{8}1) : (40\bar{4}1)$	$4R2 : 4R$		—	1	1	16 58	16 52
$(5\bar{3}\bar{1}) : (20\bar{1})$	$(62\bar{8}1) : (3\bar{1}\bar{2}1)$	$4R2 : R3$		—	1	1	36 18	36 12
$(5\bar{3}\bar{1}) : (3\bar{2}0)$	$(62\bar{8}1) : (32\bar{5}1)$	$4R2 : R5$		—	—	—	—	12 36
$(5\bar{3}\bar{1}) : (13.\bar{8}.\bar{2})$	$(62\bar{8}1) : (52\bar{7}1)$	$4R2 : 3R\frac{7}{3}$		—	—	—	—	3 2,4
$(5\bar{3}\bar{1}) : (2\bar{1}\bar{1})$	$(62\bar{8}1) : (10\bar{1}0)$	$4R2 : \infty R$		—	—	—	—	20 15,5
$(5\bar{3}\bar{1}) : (12.\bar{7}.\bar{3})$	$(62\bar{8}1) : (15.4.\bar{19}.2)$	$4R2 : \frac{11}{2}R\frac{19}{11}$		—	—	—	—	3 21
$(5\bar{3}\bar{1}) : (4\bar{3}0)$	$(62\bar{8}1) : (43\bar{7}1)$	$4R2 : R7$		—	—	—	—	11 15,5
$(5\bar{3}\bar{1}) : (7\bar{3}\bar{3})$	$(62\bar{8}1) : (10.0.\bar{10}.1)$	$4R2 : 10R$		—	—	—	—	14 8
$(5\bar{3}\bar{1}) : (5\bar{2}\bar{2})$	$(62\bar{8}1) : (70\bar{7}1)$	$4R2 : 7R$		—	—	—	—	13 25,5
$(5\bar{3}\bar{1}) : (5\bar{1}\bar{3})$	$(62\bar{8}1) : (8\bar{2}\bar{6}1)$	$4R2 : 4R2$		—	—	—	—	26 51
$(5\bar{3}\bar{1}) : (\bar{1}35)$	$(62\bar{8}1) : (\bar{6}8\bar{2}1)$	$4R2 : 4R2$		—	—	—	—	88 17
$(5\bar{3}\bar{1}) : (4\bar{2}\bar{1})$	$(62\bar{8}1) : (51\bar{6}1)$	$4R2 : 4R\frac{3}{2}$		—	1	1	6 22	6 16,3
$(9\bar{8}6) : (111)$	$(3.14.\bar{17}.7) : (0001)$	$-\frac{11}{7}R\frac{17}{11} : 0R$		—	—	—	—	49 30,6
$(9\bar{8}6) : (7\bar{6}4)$	$(3.14.\bar{17}.7) : (3.10.\bar{13}.5)$	$-\frac{11}{7}R\frac{17}{11} : -\frac{7}{5}R\frac{13}{7}$		—	—	—	—	2 49,9
$(9\bar{8}6) : (1\bar{1}1)$	$(3.14.\bar{17}.7) : (02\bar{2}1)$	$-\frac{11}{7}R\frac{17}{11} : -2R$	7° 45′	— 7° 54′	2	2	7 49	7 47,5
$(9\bar{8}6) : (3\bar{2}0)$	$(3.14.\bar{17}.7) : (32\bar{5}1)$	$-\frac{11}{7}R\frac{17}{11} : R5$	28 3	—28 24,5	2	2	28 12,5	28 12
$(9\bar{8}6) : (96\bar{8})$	$(3.14.\bar{17}.7) : (17.\bar{14}.\bar{3}.7)$	$-\frac{11}{7}R\frac{17}{11} : -\frac{11}{7}R\frac{17}{11}$		—	—	—	—	71 51
$(9\bar{8}6) : (6\bar{8}9)$	$(3.14.\bar{17}.7) : (\bar{3}.17.\bar{14}.7)$	$-\frac{11}{7}R\frac{17}{11} : -\frac{11}{7}R\frac{17}{11}$		—	—	—	—	14 27,9
$(7\bar{6}4) : (111)$	$(3.10.\bar{13}.5) : (0001)$	$-\frac{7}{5}R\frac{13}{7} : 0R$		—	—	—	—	50 53,6
$(7\bar{6}4) : (13.\bar{11}.7)$	$(3.10.\bar{13}.5) : (26\bar{8}3)$	$-\frac{7}{5}R\frac{13}{7} : -\frac{4}{3}R2$		—	—	—	—	1 2,9
$(7\bar{6}4) : (9\bar{8}6)$	$(3.10.\bar{13}.5) : (3.14.\bar{17}.7)$	$-\frac{7}{5}R\frac{13}{7} : -\frac{11}{7}R\frac{17}{11}$		—	—	—	—	2 49,9
$(7\bar{6}4) : (1\bar{1}1)$	$(3.10.\bar{13}.5) : (02\bar{2}1)$	$-\frac{7}{5}R\frac{13}{7} : -2R$	10 12	—10 40,5	3	3	10 25,5	10 37,4
$(7\bar{6}4) : (3\bar{2}0)$	$(3.10.\bar{13}.5) : (32\bar{5}1)$	$-\frac{7}{5}R\frac{13}{7} : R5$	25 15	—25 44	3	3	25 27,6	25 22,1
$(7\bar{6}4) : (74\bar{6})$	$(3.10.\bar{13}.5) : (13.\bar{10}.\bar{3}.5)$	$-\frac{7}{5}R\frac{13}{7} : -\frac{7}{5}R\frac{13}{7}$		—	—	—	—	69 29,6
$(7\bar{6}4) : (4\bar{6}7)$	$(3.10.\bar{13}.5) : (\bar{3}.13.\bar{10}.5)$	$-\frac{7}{5}R\frac{13}{7} : -\frac{7}{5}R\frac{13}{7}$		—	—	—	—	19 42,9
$(13.\bar{11}.7) : (111)$	$(26\bar{8}3) : (0001)$	$-\frac{4}{3}R2 : 0R$		—	—	—	—	51 25,6
$(13.\bar{11}.7) : (7\bar{6}4)$	$(26\bar{8}3) : (3.10.\bar{13}.5)$	$-\frac{4}{3}R2 : -\frac{7}{5}R\frac{13}{7}$		—	—	—	—	1 2,9
$(13.\bar{11}.7) : (5\bar{4}2)$	$(26\bar{8}3) : (12\bar{3}1)$	$-\frac{4}{3}R2 : -R3$		—	—	—	—	4 55,3
$(13.\bar{11}.7) : (1\bar{1}1)$	$(26\bar{8}3) : (02\bar{2}1)$	$-\frac{4}{3}R2 : -2R$	11 38,7	—11 52	2	2	11 38,7	11 40,3

Miller:		Bravais:		Naumann:		Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(13.\bar1\bar1.7):(3\bar20)$	=	$(26\bar83):(32\bar51)$	=	$-\frac{4}{3}R2 : R5$	=	24° 8,5'—24° 33'	2	2	24° 20,7'	24° 19,2'
$(13.\bar1\bar1.7):(2\bar21)$		$(26\bar83):(13\bar41)$		$-\frac{4}{3}R2 : -2R2$		—	—	—	—	10 34,6
$(13.\bar1\bar1.7):(13.7.\bar1\bar1)$		$(26\bar83):(8\bar6\bar23)$		$-\frac{4}{3}R2 : -\frac{4}{3}R2$		—	—	—	—	68 35
$(13.\bar1\bar1.7):(7.\bar1\bar1.13)$		$(26\bar83):(\bar28\bar63)$		$-\frac{4}{3}R2 : -\frac{4}{3}R2$		—	—	—	—	21 39,4
$(5\bar42):(111)$		$(12\bar31):(0001)$		$-R3 : 0R$		—	—	—	—	54 4,6
$(5\bar42):(4\bar31)$		$(12\bar31):(34\bar72)$		$-R3 : -\frac{1}{2}R7$		—	—	—	—	6 18,8
$(5\bar42):(1\bar11)$		$(12\bar31):(02\bar21)$		$-R3 : -2R$		16 8 —16 42,5	2	2	16 34,1	16 35,6
$(5\bar42):(3\bar20)$		$(12\bar31):(32\bar51)$		$-R3 : R5$		19 16 —19 19	2	2	19 18,1	19 23,9
$(5\bar42):(2\bar21)$		$(12\bar31):(13\bar41)$		$-R3 : -2R2$		—	—	—	—	9 4,5
$(5\bar42):(100)$		$(12\bar31):(10\bar11)$		$-R3 : R$		—	—	—	—	36 32,7
$(5\bar42):(2\bar10)$		$(12\bar31):(21\bar31)$		$-R3 : R3$		—	—	—	—	17 36,6
$(5\bar42):(52\bar4)$		$(12\bar31):(3\bar2\bar11)$		$-R3 : -R3$		—	—	—	—	64 2,2
$(5\bar42):(2\bar45)$		$(12\bar31):(\bar13\bar21)$		$-R3 : -R3$		—	—	—	—	30 45,6
$(5\bar42):(3\bar21)$		$(12\bar31):(23\bar52)$		$-R3 : -\frac{1}{2}R5$		—	—	—	—	6 21,5
$(5\bar42):(1\bar10)$		$(12\bar31):(11\bar20)$		$-R3 : \infty P2$		—	—	—	—	37 19,5
$(5\bar42):(1\bar21)$		$(12\bar31):(01\bar10)$		$-R3 : \infty R$		—	—	—	—	40 5
$(4\bar31):(111)$		$(34\bar72):(0001)$		$-\frac{1}{2}R7 : 0R$		—	—	—	—	57 46,8
$(4\bar31):(5\bar42)$		$(34\bar72):(12\bar31)$		$-\frac{1}{2}R7 : -R3$		—	—	—	—	6 18,8
$(4\bar31):(13.\bar8.\bar2)$		$(34\bar72):(52\bar71)$		$-\frac{1}{2}R7 : 3R\frac{7}{3}$		—	—	—	—	22 38,6
$(4\bar31):(1\bar11)$		$(34\bar72):(02\bar21)$		$-\frac{1}{2}R7 : -2R$		22 54,5 —22 55	1	1	22 54,75	22 54,4
$(4\bar31):(3\bar20)$		$(34\bar72):(32\bar51)$		$-\frac{1}{2}R7 : R5$		13 9 —13 15	1	1	13 12	13 5
$(4\bar31):(2\bar1\bar1)$		$(34\bar72):(10\bar10)$		$-\frac{1}{2}R7 : \infty R$		45 56 —46 5	1	1	46 0,5	45 56,5
$(4\bar31):(41\bar3)$		$(34\bar72):(7\bar4\bar32)$		$-\frac{1}{2}R7 : -\frac{1}{2}R7$		—	—	—	—	57 36,4
$(4\bar31):(1\bar34)$		$(34\bar72):(\bar37\bar42)$		$-\frac{1}{2}R7 : -\frac{1}{2}R7$		—	—	—	—	42 22,6
$(4\bar31):(4\bar1\bar1)$		$(34\bar72):(50\bar52)$		$-\frac{1}{2}R7 : \frac{5}{2}R$		—	—	—	—	28 48,2
$(4\bar31):(2\bar21)$		$(34\bar72):(13\bar41)$		$-\frac{1}{2}R7 : -2R2$		—	—	—	—	10 42,6
$(4\bar31):(2\bar3\bar2)$		$(34\bar72):(05\bar51)$		$-\frac{1}{2}R7 : -5R$		—	—	—	—	25 9,5
$(4\bar31):(2\bar10)$		$(34\bar72):(21\bar31)$		$-\frac{1}{2}R7 : R3$		—	—	—	—	13 25,9
$(13.\bar8.\bar2):(111)$		$(52\bar71):(0001)$		$3R\frac{7}{3} : 0R$		—	—	—	—	72 56,1
$(13.\bar8.\bar2):(3\bar20)$		$(52\bar71):(32\bar51)$		$3R\frac{7}{3} : R5$		—	1	1	9 59	9 33,6
$(13.\bar8.\bar2):(5\bar3\bar1)$		$(52\bar71):(62\bar81)$		$3R\frac{7}{3} : 4R2$		—	—	—	—	3 2,4
$(13.\bar8.\bar2):(2\bar1\bar1)$		$(52\bar71):(10\bar10)$		[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

$(13.\bar{8}.\bar{2}):(12.\bar{7}.\bar{3})$	$(52\bar{7}1):(15.4.\bar{1}\bar{9}.2)$	$3R\frac{7}{3}:\frac{11}{2}R\frac{19}{11}$	—	—	—	—	6 23,4
$(13.\bar{8}.\bar{2}):(5\bar{2}\bar{2})$	$(52\bar{7}1):(70\bar{7}1)$	$3R\frac{7}{3}:7R$	—	—	—	—	15 33,6
$(13.\bar{8}.\bar{2}):(4\bar{3}0)$	$(52\bar{7}1):(43\bar{7}1)$	$3R\frac{7}{3}:R7$	—	—	—	—	8 47,2
$(13.\bar{8}.\bar{2}):(13.\bar{2}.\bar{8})$	$(52\bar{7}1):(72\bar{5}1)$	$3R\frac{7}{3}:3R\frac{7}{3}$	—	—	—	—	30 45,2
$(13.\bar{8}.\bar{2}):(\bar{2}.\bar{8}.13)$	$(52\bar{7}1):(\bar{5}7\bar{2}1)$	$3R\frac{7}{3}:3R\frac{7}{3}$	—	—	—	—	83 2,6
$(12.\bar{7}.\bar{3}):(111)$	$(15.4.\bar{1}\bar{9}.2):(0001)$	$\frac{11}{2}R\frac{19}{11}:0R$	—	—	—	—	77 32,4
$(12.\bar{7}.\bar{3}):(3\bar{2}0)$	$(15.4.\bar{1}\bar{9}.2):(32\bar{5}1)$	$\frac{11}{2}R\frac{19}{11}:R5$	—	1	1	16 0,5	15 57
$(12.\bar{7}.\bar{3}):(13.\bar{8}.\bar{2})$	$(15.4.\bar{1}\bar{9}.2):(52\bar{7}1)$	$\frac{11}{2}R\frac{19}{11}:3R\frac{7}{3}$	—	—	—	—	6 23,4
$(12.\bar{7}.\bar{3}):(5\bar{3}\bar{1})$	$(15.4.\bar{1}\bar{9}.2):(62\bar{8}1)$	$\frac{11}{2}R\frac{19}{11}:4R2$	—	—	—	—	3 21
$(12.\bar{7}.\bar{3}):(2\bar{1}\bar{1})$	$(15.4.\bar{1}\bar{9}.2):(10\bar{1}0)$	$\frac{11}{2}R\frac{19}{11}:\infty R$	—	1	1	16 54	16 54,5
$(12.\bar{7}.\bar{3}):(1\bar{1}1)$	$(15.4.\bar{1}\bar{9}.2):(02\bar{2}1)$	$\frac{11}{2}R\frac{19}{11}:-2R$	—	1	1	51 56,5	51 56,4
$(12.\bar{7}.\bar{3}):(12.\bar{3}.\bar{7})$	$(15.4.\bar{1}\bar{9}.2):(19.\bar{4}.\bar{1}\bar{5}.2)$	$\frac{11}{2}R\frac{19}{11}:\frac{11}{2}R\frac{19}{11}$	—	—	—	—	22 29,3
$(12.\bar{7}.\bar{3}):(\bar{3}.\bar{7}.12)$	$(15.4.\bar{1}\bar{9}.2):(\bar{1}\bar{5}.19.\bar{4}.2)$	$\frac{11}{2}R\frac{19}{11}:\frac{11}{2}R\frac{19}{11}$	—	—	—	—	93 57,9
$(\bar{1}\bar{8}.9.2):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(\bar{2}0.\bar{7}.27.\bar{7}):(000\bar{1})$	$\frac{13}{7}R\frac{27}{13}:0R$	—	—	—	—	61 3
$(\bar{1}\bar{8}.9.2):(\bar{2}11)$	$(\bar{2}0.\bar{7}.27.\bar{7}):(\bar{1}010)$	$\frac{13}{7}R\frac{27}{13}:\infty R$	32 15 — 32 20	1	1	32 17,5	32 4,9
$(\bar{1}\bar{8}.9.2):(\bar{2}10)$	$(\bar{2}0.\bar{7}.27.\bar{7}):(\bar{2}1\bar{3}\bar{1})$	$\frac{13}{7}R\frac{27}{13}:R3$	7 47,5 — 7 51,5	1	1	7 49,5	8 0
$(\bar{1}\bar{8}.9.2):(\bar{1}\bar{8}.2.9)$	$(\bar{2}0.\bar{7}.27.\bar{7}):(\bar{2}\bar{7}.7.20.\bar{7})$	$\frac{13}{7}R\frac{27}{13}:\frac{13}{7}R\frac{27}{13}$	—	—	—	—	25 16
$(\bar{1}\bar{8}.9.2):(2.9.\bar{1}\bar{8})$	$(\bar{2}0.\bar{7}.27.\bar{7}):(20.\bar{2}\bar{7}.7.\bar{7})$	$\frac{13}{7}R\frac{27}{13}:\frac{13}{7}R\frac{27}{13}$	—	—	—	—	77 16,8
$(10.\bar{5}.7):(111)$	$(14\bar{5}4):(0001)$	$-\frac{3}{4}R\frac{5}{3}:0R$	—	—	—	—	30 52,3
$(10.\bar{5}.7):(2\bar{1}1)$	$(14\bar{5}4):(12\bar{3}2)$	$-\frac{3}{4}R\frac{5}{3}:-\frac{1}{2}R3$	—	1	1	5 47	5 47,5
$(10.\bar{5}.7):(16.\bar{8}.13)$	$(14\bar{5}4):(17\bar{8}7)$	$-\frac{3}{4}R\frac{5}{3}:-\frac{6}{7}R\frac{4}{3}$	—	—	—	—	2 38,1
$(10.\bar{5}.7):(2\bar{1}2)$	$(14\bar{5}4):(01\bar{1}1)$	$-\frac{3}{4}R\frac{5}{3}:-R$	—	1	1	6 25	6 15,5
$(10.\bar{5}.7):(10.7.\bar{5})$	$(14\bar{5}4):(5\bar{4}\bar{1}4)$	$-\frac{3}{4}R\frac{5}{3}:-\frac{3}{4}R\frac{5}{3}$	—	—	—	—	45 38,5
$(10.\bar{5}.7):(7.\bar{5}.10)$	$(14\bar{5}4):(\bar{1}5\bar{4}4)$	$-\frac{3}{4}R\frac{5}{3}:-\frac{3}{4}R\frac{5}{3}$	—	—	—	—	11 8,2
$(16.\bar{8}.13):(111)$	$(17\bar{8}7):(0001)$	$-\frac{6}{7}R\frac{4}{3}:0R$	—	—	—	—	29 22
$(16.\bar{8}.13):(2\bar{1}1)$	$(17\bar{8}7):(12\bar{3}2)$	$-\frac{6}{7}R\frac{4}{3}:-\frac{1}{2}R3$	—	1	1	8 3	8 25,6
$(16.\bar{8}.13):(10.\bar{5}.7)$	$(17\bar{8}7):(14\bar{5}4)$	$-\frac{6}{7}R\frac{4}{3}:-\frac{3}{4}R\frac{5}{3}$	—	—	—	—	2 38,1
$(16.\bar{8}.13):(2\bar{1}2)$	$(17\bar{8}7):(01\bar{1}1)$	$-\frac{6}{7}R\frac{4}{3}:-R$	—	—	—	—	3 37,4
$(16.\bar{8}.13):(14.\bar{7}.20)$	$(17\bar{8}7):(\bar{2}9\bar{7}9)$	$-\frac{6}{7}R\frac{4}{3}:-\frac{5}{9}R\frac{9}{5}$	—	1	1	9 36	9 28,3
$(16.\bar{8}.13):(001)$	$(17\bar{8}7):(\bar{1}101)$	$-\frac{6}{7}R\frac{4}{3}:R$	—	1	1	30 36,5	30 22
$(16.\bar{8}.13):(16.13.\bar{8})$	$(17\bar{8}7):(8\bar{7}\bar{1}7)$	$-\frac{6}{7}R\frac{4}{3}:-\frac{6}{7}R\frac{4}{3}$	—	—	—	—	46 23
$(16.\bar{8}.13):(13.\bar{8}.16)$	$(17\bar{8}7):(\bar{1}8\bar{7}7)$	$-\frac{6}{7}R\frac{4}{3}:-\frac{6}{7}R\frac{4}{3}$	—	—	—	—	6 27

Miller:	Bravais:	Naumann:	Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(14.\bar{7}.20) : (111)$ =	$(\bar{2}9\bar{7}9) : (0001)$ =	$-\frac{5}{9}R\frac{9}{5} : 0R$ =	—	—	—	—	25° 23′
$(14.\bar{7}.20) : (2\bar{1}1)$	$(\bar{2}9\bar{7}9) : (12\bar{3}2)$	$-\frac{5}{9}R\frac{9}{5} : -\frac{1}{2}R3$	—	1	1	17° 39′	17 53,9
$(14.\bar{7}.20) : (001)$	$(\bar{2}9\bar{7}9) : (\bar{1}101)$	$-\frac{5}{9}R\frac{9}{5} : R$	—	1	1	21 0,5	20 53,7
$(14.\bar{7}.20) : (2\bar{1}2)$	$(\bar{2}9\bar{7}9) : (01\bar{1}1)$	$-\frac{5}{9}R\frac{9}{5} : -R$	—	—	—	—	5 50,9
$(14.\bar{7}.20) : (16.\bar{8}.13)$	$(\bar{2}9\bar{7}9) : (17\bar{8}7)$	$-\frac{5}{9}R\frac{9}{5} : -\frac{6}{7}R\frac{4}{3}$	—	1	1	9 36	9 28,3
$(14.\bar{7}.20) : (20.\bar{7}.14)$	$(\bar{2}9\bar{7}9) : (27\bar{9}9)$	$-\frac{5}{9}R\frac{9}{5} : -\frac{5}{9}R\frac{9}{5}$	—	—	—	—	10 24,5
$(14.\bar{7}.20) : (\bar{7}.14.20)$	$(\bar{2}9\bar{7}9) : (\bar{9}279)$	$-\frac{5}{9}R\frac{9}{5} : -\frac{5}{9}R\frac{9}{5}$	—	—	—	—	37 1,3
$(423) : (111)$	$(11\bar{2}9) : (0001)$	$\frac{2}{9}P2 : 0R$	—	2	1	5 28	5 44
$(423) : (17.5.11)$	$(11\bar{2}9) : (2.2.\bar{4}.11)$	$\frac{2}{9}P2 : \frac{4}{11}P2$	4° 4′ — 4° 11′	2	1	4 7,5	3 37,8
$(423) : (432)$	$(11\bar{2}9) : (2\bar{1}\bar{1}9)$	$\frac{2}{9}P2 : \frac{2}{9}P2$	—	—	—	—	5 42
$(17.5.11) : (111)$	$(2.2.\bar{4}.11) : (0001)$	$\frac{4}{11}P2 : 0R$	8 58,5 — 9 39	6	1	9 16,3	9 19,8
$(17.5.11) : (423)$	$(2.2.\bar{4}.11) : (11\bar{2}9)$	$\frac{4}{11}P2 : \frac{2}{9}P2$	4 4 — 4 11	2	1	4 7,5	3 37,8
$(17.5.11) : (29.\bar{1}.14)$	$(2.2.\bar{4}.11) : (5.5.\bar{10}.14)$	$\frac{4}{11}P2 : \frac{5}{7}P2$	—	—	—	—	8 33,4
$(17.5.11) : (17.11.5)$	$(2.2.\bar{4}.11) : (4.\bar{2}.\bar{2}.11)$	$\frac{4}{11}P2 : \frac{4}{11}P2$	—	—	—	—	9 18
$(29.\bar{1}.14) : (111)$	$(5.5.\bar{10}.14) : (0001)$	$\frac{5}{7}P2 : 0R$	17 46 — 18 14	4	2	17 58	17 53,2
$(29.\bar{1}.14) : (17.5.11)$	$(5.5.\bar{10}.14) : (2.2.\bar{4}.11)$	$\frac{5}{7}P2 : \frac{4}{11}P2$	—	—	—	—	8 33,4
$(29.\bar{1}.14) : (9\bar{1}4)$	$(5.5.\bar{10}.14) : (5.5.\bar{10}.12)$	$\frac{5}{7}P2 : \frac{5}{6}P2$	—	—	—	—	2 44,3
$(29.\bar{1}.14) : (29.14.\bar{1})$	$(5.5.\bar{10}.14) : (10.\bar{5}.\bar{5}.14)$	$\frac{5}{7}P2 : \frac{5}{7}P2$	—	—	—	—	17 40,1
$(9\bar{1}4) : (111)$	$(5.5.\bar{10}.12) : (0001)$	$\frac{5}{6}P2 : 0R$	—	—	—	—	20 37,5
$(9\bar{1}4) : (1\bar{1}0)$	$(5.5.\bar{10}.12) : (11\bar{2}0)$	$\frac{5}{6}P2 : \infty P2$	—	1	1	69 14	69 22,5
$(9\bar{1}4) : (\bar{1}49)$	$(5.5.\bar{10}.12) : (\bar{5}.\bar{5}.10.12)$	$\frac{5}{6}P2 : \frac{5}{6}P2$	—	1	1	40 46	41 15
$(9\bar{1}4) : (94\bar{1})$	$(5.5.\bar{10}.12) : (10.\bar{5}.\bar{5}.12)$	$\frac{5}{6}P2 : \frac{5}{6}P2$	—	—	—	—	20 17,2
$(6\bar{1}5) : (111)$	$(1.6.\bar{7}.10) : (0001)$	$-\frac{1}{2}R\frac{7}{5} : 0R$	—	—	—	—	18 53,2
$(6\bar{1}5) : (101)$	$(1.6.\bar{7}.10) : (01\bar{1}2)$	$-\frac{1}{2}R\frac{7}{5} : -\frac{1}{2}R$	—	1	1	4 57,5	4 47
$(6\bar{1}5) : (2\bar{1}1)$	$(1.6.\bar{7}.10) : (12\bar{3}2)$	$-\frac{1}{2}R\frac{7}{5} : -\frac{1}{2}R3$	—	1	1	16 10	16 29,5
$(6\bar{1}5) : (11.\bar{4}.7)$	$(1.6.\bar{7}.10) : (4.11.\bar{15}.14)$	$-\frac{1}{2}R\frac{7}{5} : -\frac{1}{2}R\frac{15}{7}$	—	—	—	8 1	8 14
$(11.\bar{4}.7) : (111)$	$(4.11.\bar{15}.14) : (0001)$	$-\frac{1}{2}R\frac{15}{7} : 0R$	—	—	—	—	26 37,7
$(11.\bar{4}.7) : (101)$	$(4.11.\bar{15}.14) : (01\bar{1}2)$	$-\frac{1}{2}R\frac{15}{7} : -\frac{1}{2}R$	—	1	1	12 58,5	13 0,9

(11.4.7) : (615)	(4.11.15.14) : (1.6.7.10)	$-\frac{1}{2}R$[illegible] : $-\frac{1}{2}R$[illegible]		—	1	1	[illegible]	[illegible]
(9$\bar{4}\bar{2}$) : (111)	(11.2.$\bar{1}\bar{3}$.3) : (0001)	$3R\frac{13}{9} : 0R$		—	—	—	—	64 37,6
(9$\bar{4}\bar{2}$) : (3$\bar{1}\bar{1}$)	(11.2.$\bar{1}\bar{3}$.3) : (40$\bar{4}$1)	$3R\frac{13}{9} : 4R$		—	1	1	7 37,5	7 25
(9$\bar{4}\bar{2}$) : (3$\bar{2}$0)	(11.2.$\bar{1}\bar{3}$.3) : (32$\bar{5}$1)	$3R\frac{13}{9} : R5$		—	—	—	—	13 54,8
(9$\bar{4}\bar{2}$) : (1$\bar{1}$0)	(11.2.$\bar{1}\bar{3}$.3) : (11$\bar{2}$0)	$3R\frac{13}{9} : \infty P2$		—	—	—	—	32 57,9
(9$\bar{4}\bar{2}$) : (7$\bar{2}\bar{2}$)	(11.2.$\bar{1}\bar{3}$.3) : (30$\bar{3}$1)	$3R\frac{13}{9} : 3R$		—	—	—	—	10 10
(9$\bar{4}\bar{2}$) : ($\bar{2}\bar{4}$9)	(11.2.$\bar{1}\bar{3}$.3) : ($\bar{1}\bar{1}$.13.$\bar{2}$.3)	$3R\frac{13}{9} : 3R\frac{13}{9}$		—	—	—	—	90 27,3
(6$\bar{3}\bar{1}$) : (111)	(72$\bar{9}$2) : (0001)	$\frac{5}{2}R\frac{9}{5} : 0R$		—	—	—	—	64 54,3
(6$\bar{3}\bar{1}$) : (2$\bar{1}\bar{1}$)	(72$\bar{9}$2) : (10$\bar{1}$0)	$\frac{5}{2}R\frac{9}{5} : \infty R$		—	—	—	—	27 44,2
(6$\bar{3}\bar{1}$) : (1$\bar{1}$0)	(72$\bar{9}$2) : (11$\bar{2}$0)	$\frac{5}{2}R\frac{9}{5} : \infty P2$		—	—	—	—	30 25,2
(6$\bar{3}\bar{1}$) : (3$\bar{2}$0)	(72$\bar{9}$2) : (32$\bar{5}$1)	$\frac{5}{2}R\frac{9}{5} : R5$	10 10	—10 24	1	1	10 17	10 17
(6$\bar{3}\bar{1}$) : (2$\bar{1}$0)	(72$\bar{9}$2) : (21$\bar{3}$1)	$\frac{5}{2}R\frac{9}{5} : R3$		—	—	—	—	12 20,8
(6$\bar{3}\bar{1}$) : (4$\bar{1}\bar{1}$)	(72$\bar{9}$2) : (50$\bar{5}$2)	$\frac{5}{2}R\frac{9}{5} : \frac{5}{2}R$		—	—	—	—	16 10
(6$\bar{3}\bar{1}$) : (3$\bar{1}\bar{1}$)	(72$\bar{9}$2) : (40$\bar{4}$1)	$\frac{5}{2}R\frac{9}{5} : 4R$	10 57	—11 13,5	1	1	11 5,75	11 3
(6$\bar{3}\bar{1}$) : (4$\bar{2}\bar{1}$)	(72$\bar{9}$2) : (51$\bar{6}$1)	$\frac{5}{2}R\frac{9}{5} : 4R\frac{3}{2}$		—	—	—	—	6 48,5
(7$\bar{2}$1) : (111)	(21$\bar{3}$2) : (0001)	$\frac{1}{2}R3 : 0R$		—	—	—	—	34 36,8
(7$\bar{2}$1) : (2$\bar{1}$2)	(21$\bar{3}$2) : (01$\bar{1}$1)	$\frac{1}{2}R3 : -R$		—	1	1	21 19	21 29,8
(7$\bar{2}$1) : (3$\bar{1}$1)	(21$\bar{3}$2) : (22$\bar{4}$3)	$\frac{1}{2}R3 : \frac{4}{3}P2$	5 17	— 7 39	6	6	6 41	6 52,7
(7$\bar{2}$1) : (5$\bar{1}\bar{1}$)	(21$\bar{3}$2) : (20$\bar{2}$1)	$\frac{1}{2}R3 : 2R$		—	—	—	—	16 52,2
(7$\bar{2}$1) : (100)	(21$\bar{3}$2) : (10$\bar{1}$1)	$\frac{1}{2}R3 : R$		—	—	—	—	12 3
(7$\bar{2}$1) : (5$\bar{4}$2)	(21$\bar{3}$2) : (12$\bar{3}$1)	$\frac{1}{2}R3 : -R3$		—	—	—	—	24 29,5
(7$\bar{2}$1) : (2$\bar{2}$1)	(21$\bar{3}$2) : (13$\bar{4}$1)	$\frac{1}{2}R3 : -2R2$		—	—	—	—	33 34
(7$\bar{2}$1) : (71$\bar{5}$)	(21$\bar{3}$2) : (3$\bar{1}\bar{2}$2)	$\frac{1}{2}R3 : \frac{1}{2}R3$		—	—	—	—	21 26
(7$\bar{2}$1) : (1$\bar{5}$7)	(21$\bar{3}$2) : ($\bar{2}$3$\bar{1}$2)	$\frac{1}{2}R3 : \frac{1}{2}R3$	41 8	—44 42	3	3	43 18,2	42 59,6
(9$\bar{5}\bar{4}$) : (2$\bar{1}\bar{1}$)	(13.1.$\bar{1}\bar{4}$.0) : (10$\bar{1}$0)	$\infty P\frac{14}{13} : \infty R$	3 1,5	— 3 52	4	2	3 43,1	3 40,3
(9$\bar{5}\bar{4}$) : (1$\bar{1}$0)	(13.1.$\bar{1}\bar{4}$.0) : (11$\bar{2}$0)	$\infty P\frac{14}{13} : \infty P2$	26 4	—26 57,5	4	2	26 15,6	26 19,7
(5$\bar{3}\bar{2}$) : (2$\bar{1}\bar{1}$)	(71$\bar{8}$0) : (10$\bar{1}$0)	$\infty P\frac{8}{7} : \infty R$	6 31,5	— 6 39,5	2	1	6 35,5	6 35,5
(5$\bar{3}\bar{2}$) : (1$\bar{1}$0)	(71$\bar{8}$0) : (11$\bar{2}$0)	$\infty P\frac{8}{7} : \infty P2$	23 21	—23 29	2	1	23 25	23 24,5
(3$\bar{2}\bar{1}$) : (2$\bar{1}\bar{1}$)	(41$\bar{5}$0) : (10$\bar{1}$0)	$\infty P\frac{5}{4} : \infty R$	10 31,5	—11 41	30	17	10 55,2	10 53,2
(3$\bar{2}\bar{1}$) : (1$\bar{1}$0)	(41$\bar{5}$0) : (11$\bar{2}$0)	$\infty P\frac{5}{4} : \infty P2$	18 46	—19 32,5	30	17	19 5,4	19 6,8

Miller:		Bravais:		Naumann:		Grenzwerthe:	Z. d. M.:	Z. d. Kr.:	Mittel:	Berechnet:
$(4\bar{3}\bar{1}):(2\bar{1}\bar{1})$	=	$(52\bar{7}0):(10\bar{1}0)$	=	$\infty P\frac{7}{5}:\infty R$	=	16° 5′ —16° 8′	3	2	16° 5,9′	16° 6′
$(4\bar{3}\bar{1}):(1\bar{1}0)$		$(52\bar{7}0):(11\bar{2}0)$		$\infty P\frac{7}{5}:\infty P2$		13 31 —13 56	3	2	13 46,3	13 54
$(\bar{7}43):(\bar{2}11)$		$(\bar{1}0.\bar{1}.11.0):(\bar{1}010)$		$\infty P\frac{11}{10}:\infty R$		4 37 — 4 58	3	2	4 48,1	4 42,9
$(\bar{7}43):(110)$		$(\bar{1}0.\bar{1}.11.0):(\bar{1}\bar{1}20)$		$\infty P\frac{11}{10}:\infty P2$		25 2 —25 21	3	2	25 9,9	25 17,1
$(\bar{5}41):(\bar{2}11)$		$(\bar{2}\bar{1}30):(\bar{1}010)$		$\infty P\frac{3}{2}:\infty R$		19 13 —19 17	2	2	19 15	19 6,5
$(\bar{5}41):(\bar{1}10)$		$(\bar{2}\bar{1}30):(\bar{1}\bar{1}20)$		$\infty P\frac{3}{2}:\infty P2$		10 42 —10 43	2	2	10 42,5	10 53,5
$(\bar{8}71):(\bar{2}11)$		$(\bar{3}\bar{2}50):(\bar{1}010)$		$\infty P\frac{5}{3}:\infty R$		23 5 —23 21	2	2	23 13	23 20
$(\bar{8}71):(\bar{1}10)$		$(\bar{3}\bar{2}50):(\bar{1}\bar{1}20)$		$\infty P\frac{5}{3}:\infty P2$		6 39 — 6 53	2	2	6 46	6 40
$(\bar{9}81):(\bar{2}11)$		$(\bar{1}0.\bar{7}.17.0):(\bar{1}010)$		$\infty P\frac{17}{10}:\infty R$		—	1	1	24 17	24 11
$(\bar{9}81):(\bar{1}10)$		$(\bar{1}0.\bar{7}.17.0):(\bar{1}\bar{1}20)$		$\infty P\frac{17}{10}:\infty P2$		—	1	1	5 42	5 49
$(\bar{1}0.9.1):(\bar{2}11)$		$(\bar{1}\bar{1}.8.19.0):(\bar{1}010)$		$\infty P\frac{19}{11}:\infty R$		—	1	1	24 52	24 47,5
$(\bar{1}0.9.1):(\bar{1}10)$		$(\bar{1}\bar{1}.\bar{8}.19.0):(\bar{1}\bar{1}20)$		$\infty P\frac{19}{11}:\infty P2$		—	1	1	5 8	5 12,5
$(\bar{1}\bar{4}.13.1):(\bar{2}11)$		$(\bar{5}\bar{4}90):(\bar{1}010)$		$\infty P\frac{9}{5}:\infty R$		—	1	1	26 27	26 19,8
$(\bar{1}\bar{4}.13.1):(\bar{1}10)$		$(\bar{5}\bar{4}90):(\bar{1}\bar{1}20)$		$\infty P\frac{9}{5}:\infty P2$		—	1	1	3 33	3 40,2

Elektrische und morphologische Eigenschaften des Turmalins im Allgemeinen.

Beziehungen der Krystallform zum pyroëlektrischen Verhalten.

Haüy war der Erste, welcher die Hemimorphie des Turmalins und deren Beziehung zu der bereits bekannten elektrischen Polarität [1]) feststellte; er erkannte, dass der flächenreichere Pol der Krystalle derjenige ist, welcher beim Abkühlen positive Elektricität annimmt.

G. Rose und Riess, welche eine grössere Reihe von Vorkommen pyroëlektrisch und krystallographisch untersuchten, gelangten in Bezug auf das Auftreten der einzelnen Formen an den beiden Polen zu Resultaten, welche sie in den im Folgenden wiedergegebenen Regeln aussprachen:

»Das Ende der Turmalinkrystalle, an welchem die Flächen des Hauptrhomboëders auf den Flächen des dreiseitigen Prismas aufgesetzt sind, wird bei abnehmender Temperatur negativ-, bei zunehmender Temperatur also positiv-elektrisch; das Ende dagegen, an welchem die Flächen des Hauptrhomboëders auf den Kanten des dreiseitigen Prismas aufgesetzt sind, bei abnehmender Temperatur positiv-, bei zunehmender also negativ-elektrisch. Findet sich bei den Krystallen nur das dreiseitige Prisma mit dem Hauptrhomboëder, so ist dieser Fall der einfachste und die Art der Elektricität der beiden Enden unmittelbar nach den angegebenen Regeln zu bestimmen. Gewöhnlich kommen aber neben dem dreiseitigen Prisma noch die Flächen des zweiten sechsseitigen Prismas vor und zuweilen auch ausserdem noch die Flächen des zweiten dreiseitigen Prismas, welches das erste zum ersten sechsseitigen Prisma ergänzt. Im ersteren Falle wird das Ende der Krystalle bei abnehmender Temperatur negativ-elektrisch, an welchem die Flächen des Hauptrhomboëders auf den abgestumpften Kanten des zweiten sechsseitigen Prismas aufgesetzt sind, und das Ende positiv-elektrisch, an welchem jene Flächen auf den unabgestumpften Kanten des sechsseitigen Prismas aufgesetzt sind; im letzteren Falle wird das Ende der Krystalle bei abnehmender Temperatur negativ-elektrisch, an welchem die Flächen des Hauptrhomboëders auf den Flächen des hemiëdrischen zwölfseitigen Prismas zusammen vorkommen, das Ende positiv-elektrisch, an welchem die Flächen des Hauptrhomboëders auf den Flächen des dreiseitigen Prismas aufgesetzt sind, dessen Flächen kleiner sind und nie mit den Flächen des hemiëdrischen zwölfseitigen Prismas vorkommen.«

1) Wegen der älteren Literatur möge namentlich auf die Arbeit von Schedtler (s. Literatur S. 270) verwiesen werden.

Von diesen, bisher noch in den meisten Lehrbüchern wiedergegebenen Regeln hat G. Rose selbst schon in jener ersten Publication eine Ausnahme angegeben, nämlich einen Krystall von Penig, bei welchem die Flächen von $\{100\}$ auf den Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ aufsitzen. Um dies zu erklären, hat er angenommen, dass hier nicht $\{100\}$, sondern gross ausgebildete Flächen von $\{2\bar{1}2\}$ vorliegen und $\{100\}$ vollständig fehle. Wie wir bei der Beschreibung des Turmalins von Ceylon gesehen haben, sind aber die Flächen von $\{2\bar{1}2\}$ durch ihre physikalischen Eigenschaften so ausgezeichnet und von den Flächen $\{100\}$ so verschieden, dass dadurch jene künstliche Erklärung sehr unwahrscheinlich wird.

In seiner zweiten mit Riess veröffentlichten Arbeit giebt G. Rose noch weitere Ausnahmen seines Gesetzes an, nämlich einige Krystalle von Bovey Tracy in Devonshire, die Turmaline vom Sonnenberg bei Andreasberg und die durch ihre complicirten Combinationen ausgezeichneten Turmaline von Gouverneur. Hier nimmt er auch seine erste Erklärung der Anomalien zurück, und nimmt dafür an, dass in diesen Fällen nicht das gewöhnliche Prisma $\{\bar{2}11\}$ ausgebildet sei, sondern $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, und das Prisma $\{\bar{2}11\}$ sehr untergeordnet sei.

Im Folgenden soll nun gezeigt werden, dass die erwähnten Regeln überhaupt nicht gültig sind und durch andere ersetzt werden müssen.

Erstens existirt schon in den einfachsten Fällen fast keine Möglichkeit zu bestimmen, ob das Prisma $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ oder das Prisma $\{\bar{2}11\}$ vorliegt, besonders bei den Krystallen, welche stark gestreifte Prismenzone haben. Die Figg. 53—62, Taf. XII einerseits und die Figg. 63—67, Taf. XII andererseits, welche sämmtlich mit dem (durch elektrische Untersuchung festgestellten) antilogen Pole nach oben gezeichnet sind, zeigen ganz deutlich, wie schwer es ist, schon in den einfachsten Fällen zu sagen, welches der analoge, welches der antiloge Pol sei, ohne pyroëlektrische Untersuchung. Bei den ersteren Krystallen sehen wir stark ausgebildet $\{\bar{2}11\}$, auf dessen Kanten am antilogen Pole die Flächen von $\{100\}$ aufgesetzt sind, bei den letzteren ist im Gegentheil das Prisma $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ stark ausgebildet und die Flächen von $\{100\}$ sind auf die Flächen von $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ aufgesetzt. Wenn wir bei diesen Krystallen ohne pyroëlektrische Untersuchung die Pole nach den Rose'schen Regeln zu bestimmen versuchen, werden wir alle diese Krystalle natürlich in die gleiche Stellung bringen, also entweder die Krystalle Figg. 63—67, Taf. XII falsch stellen, oder aber die Krystalle Figg. 53—62, Taf. XII, je nach dem, welches Prisma wir als $\{\bar{2}11\}$ nehmen werden.

Diese Beispiele zeigen ganz deutlich, dass jedes der Prismen $\{\bar{2}11\}$ und $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ gleich stark ausgebildet sein kann, so dass bisweilen $\{\bar{2}11\}$ herrschend ist, und dann folgen die Krystalle genau den Regeln von G. Rose, bisweilen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, und dann sind die Krystalle Ausnahmen jener Gesetze.

Die Vergleichung zahlreicher Turmalinvorkommen führt nun zu dem

Resultate, dass wenigstens die Hälfte der Krystalle entweder Ausnahmen von den Regeln G. Rose's oder aber Beispiele dafür sind, dass es unmöglich ist, überhaupt zu sagen, welches von den Prismen $\{\bar{2}11\}$, welches $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ ist, weil beide gleich stark ausgebildet sind. Auch in Bezug auf Streifung und Glanz sind keine allgemeinen Unterschiede zwischen beiden festzustellen.

Als beste Beispiele, wie schwer es ist, diese zwei Formen zu unterscheiden, können wir die Turmaline von Ceylon, von Gouverneur, von Andreasberg und von vielen anderen Vorkommen nehmen, bei welchen gewöhnlich entweder beide Prismen gleich ausgebildet sind (Ceylon), oder aber $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ herrschend ist (Gouverneur). In einigen Fällen ist aber eine Unterscheidung möglich; nämlich durch die ditrigonalen Prismen. Die Form $\{3\bar{2}\bar{1}\}$ ist sehr häufig, im Gegentheil $\{\bar{3}21\}$ sehr selten. Dadurch ist es möglich zu sagen: das Prisma, dessen Combinationskanten mit $\{1\bar{1}0\}$ durch die Flächen des Prisma $\{3\bar{2}\bar{1}\}$ abgestumpft sind, ist $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, also der Pol, an welchem die Flächen von $\{100\}$ auf diese Flächen angesetzt sind, ist der antiloge. Ausnahmen habe ich in dieser Beziehung keine gefunden. Sonderbar ist, dass G. Rose und alle anderen Verfasser die Abbildungen der Krystalle immer mit beiden Prismen: $\{3\bar{2}\bar{1}\}$ und $\{\bar{3}21\}$ geben. Das kommt in Wirklichkeit fast nie vor, und wenn $\{\bar{3}21\}$ ausgebildet ist, dann ist sie immer sehr schmal, im Gegentheil ist $\{3\bar{2}\bar{1}\}$ manchmal sehr gross ausgebildet.

Gar nicht zu verwenden ist das Gesetz von Rose für solche Combinationen, bei denen das Prisma $\{1\bar{1}0\}$ das herrschende ist. Solche Krystalle sind in den Figg. 68—70, Taf. XII abgebildet.

Nach dem Gesagten dürfte es das Richtigste sein, über jene Regeln nur noch als über eine Etappe in der Geschichte der Mineralogie zu sprechen und ihnen keine andere Bedeutung mehr zu geben. Leider aber findet man fast in jedem Lehrbuche der Mineralogie das Gesetz von G. Rose als etwas ganz Feststehendes noch immer angeführt.

Bei meinen Untersuchungen habe ich einen ganz anderen Ausgangspunkt gewählt, um den Zusammenhang zwischen der Form und elektrischen Polarität der Turmaline zu studiren. Ich habe nämlich nicht nur die Lage der trigonalen Grundpyramide, sondern die gesammten Verhältnisse der Combination des antilogen und analogen Poles berücksichtigt.

Bei den complicirten Krystallen sieht man schon ohne eingehende Beobachtungen, dass die Combinationen der beiden Pole ganz verschieden sind, und daher ist es, wie wir später sehen werden, ganz leicht, den Pol auf krystallographischem Wege zu bestimmen. Die Formen, welche für den antilogen Pol die häufigsten und die gewöhnlichsten sind, kommen an dem analogen Pole sehr selten vor.

Schon bei der Durchsicht der Formentabelle des Turmalins von Ceylon (S. 278 f.), welche auf der elektrischen Untersuchung sämmtlicher gemessenen

Krystalle beruht, ist ganz deutlich zu sehen, wie flächenarm der analoge und wie flächenreich der antiloge Pol ist. Nur die Zone [100, 010] ist für beide Pole gleich flächenreich, während die anderen Zonen eine ganze Menge von Formen nur für den antilogen Pol enthalten.

Am meisten charakteristisch für den antilogen Pol ist, dass er viele trigonale Pyramiden der positiven Reihe zeigt, während am analogen Pole fast nur $\{\bar{1}00\}$ in dieser Zone auftritt; alle anderen Formen sind so selten, dass sie überhaupt nicht in Betracht kommen.

Alle übrigen Zonen, mit Ausnahme von [100, 010], zeigen dieselbe Erscheinung. Um am besten den Unterschied der Ausbildung der beiden Pole zu zeigen, beginnen wir mit den einfachsten Krystallen.

Bei einzelnen derselben ist die Bestimmung der Pole ohne pyroëlektrische Untersuchungen bisweilen unmöglich, z. B. bei den Combinationen $\{1\bar{1}0\}$, $\{100\}$, $\{\bar{1}00\}$, oder $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{100\}$, $\{\bar{1}00\}$, oder $\{\bar{2}11\}$, $\{100\}$, $\{\bar{1}00\}$. Bestimmt man an solchen Combinationen die Pole auf elektrischem Wege, so sieht man, dass es doch einige Erscheinungen giebt, welche die Bestimmung der Pole möglich machen. Erstens die Streifung auf den Flächen von $\{100\}$ und $\{\bar{1}00\}$. Die erstere geht meistens parallel der kurzen Diagonale der Fläche; sehr selten ist neben ihr auch Streifung parallel der Combinationskante $(100):(101)$ ausgeprägt. Im Gegentheil habe ich auf den Flächen von $\{\bar{1}00\}$ nie die erste Streifung beobachtet, sondern hier kommt die zweite Streifung vor.

Bei den Turmalinen von Ceylon haben die Flächen von $\{100\}$ immer die erste Streifung, die Flächen von $\{\bar{1}00\}$ die zweite. An den Turmalinen von anderen Vorkommen habe ich die zweite Streifung auch auf den Flächen von $\{100\}$ beobachtet, z. B. an den Turmalinen vom Ural (Sarapulka, Mursinka, Lipowaja, Schaitanka), von Wolkenburg u. s. w. Niemals habe ich aber die erste Streifung an den Flächen von $\{\bar{1}00\}$ bemerkt, obgleich ich viele Vorkommen durchgesehen habe.

Weiter sind die Fortwachsungserscheinungen auf den Flächen von $\{100\}$ sehr oft charakteristisch, und geben denselben das in den Figg. 34—38, Taf. XI dargestellte Aussehen. Die Flächen von $\{\bar{1}00\}$ zeigen gewöhnlich diese Erscheinung nicht, und wenn sie vorhanden ist, dann haben sie diejenige, welche S. 294 beschrieben ist. Es erlauben also bisweilen die angegebenen Erscheinungen schon bei den einfachsten Combinationen die Pole zu bestimmen, doch kommen viele Fälle vor, bei welchen dies nur durch pyroëlektrische Untersuchung, entweder mit Kundt's Methode oder aber mit dem Elektrometer, möglich ist. Je complicirter dagegen die Combination ist, desto einfacher wird die Bestimmung der Pole ohne pyroëlektrische Untersuchungen. In dieser Beziehung besonders wichtige Formen sind einige der positiven und negativen trigonalen Pyramiden und einige ditrigonale Pyramiden.

Besonders typische Formen für den antilogen Pol sind $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{3\bar{2}0\}$, $\{2\bar{1}0\}$, $\{2\bar{1}1\}$, für den analogen Pol $\{\bar{2}10\}$. Hier beobachtete ich das Folgende:

Die Krystalle, an welchen die Formen $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\{3\bar{2}0\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{2\bar{1}1\}$ ausgebildet sind, haben diese Formen nur am antilogen Pole deutlich ausgebildet, am analogen Pole fand ich nur an zwei Turmalinen von Ceylon die Form $\{\bar{3}20\}$ undeutlich ausgebildet und die Form $\{\bar{4}11\}$ an einem Krystalle von Ceylon sehr schwach ausgebildet. Von vielen anderen Vorkommen werden im Folgenden zahlreiche Beispiele hierfür gegeben werden. Besonders interessant sind in dieser Beziehung ausser den Turmalinen von Ceylon die von Gouverneur, von Pierrepont, von Lincoln, von Paris, von Dekalb u. s. w., an welchen die obengenannten Formen recht oft vorkommen, und immer nur am antilogen Pole.

Fast jeder der ceyloner Turmaline zeigt die Formen $\{3\bar{2}0\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{2\bar{1}2\}$, und doch sind diese Formen immer nur am antilogen Pole ausgebildet.

Noch schärfere Beispiele sind die Turmaline von Gouverneur, welche fast immer die Form $\{3\bar{2}0\}$, und zwar nur als herrschende am antilogen Pole zeigen.

Die Turmaline von Pierrepont haben meistens $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{3\bar{2}0\}$ und $\{2\bar{1}1\}$ recht stark an demselben Pole ausgebildet.

Dasselbe zeigen die Krystalle von Lincoln, Dekalb u. s. w.

Hiernach kann man sagen, dass, wenn an einem Pole eines Turmalinkrystalles ausser den gewöhnlichen Formen eine oder mehrere der folgenden Formen

$\{3\bar{1}\bar{1}\}\ 4R$
$\{3\bar{2}0\}\ R5$
$\{2\bar{1}2\}\ -R$
$\{2\bar{1}1\}\ -\frac{1}{2}R3$
$\{4\bar{1}\bar{1}\}\ \frac{5}{2}R$

auftreten, hierdurch nachgewiesen ist, dass dieser Pol der antiloge ist.

Was die beiden Formen $\{2\bar{1}0\}$, $\{\bar{2}10\} = R3$ betrifft, so ist erstere für einige Vorkommen sehr typisch, z. B. für die Turmaline vom Ural, wo sie bisweilen (die grünen von Mursinka) die herrschende am antilogen Pole ist.

Bei anderen Vorkommen aber ist $R3$ wieder typisch für den analogen Pol, wie z. B. die ceyloner Turmaline, bei welchen jeder Krystall $\{\bar{2}10\}R3$ am analogen Pole zeigt. Dadurch scheint es schwer, diese Form zur Bestimmung der Pole zu benutzen; es existiren aber andere Umstände, welche in diesen Fällen helfen können. Wenn ein Krystall an einem Pole die Form $R5$, am anderen $R3$ zeigt, oder an einem $R5$ und $R3$, am anderen $R3$, dann wird der erste immer antilog, der zweite analog, also die Form

$\{3\bar{2}0\}$, $\{2\bar{1}0\}$ und $\{210\}$ sein. Wenn aber an einem Pole die Form $R3$ ausgebildet ist (besonders wenn sie stark ausgebildet ist), und der andere Pol hat keine ditrigonale Pyramide, dann ist der erste immer der antiloge Pol.

So ist das bei vielen Vorkommen, fast allen vom Ural, denen von Paris, Me., von Elba u. s. w.

Die Formen $\{2\bar{1}1\}$ und $\{21\bar{1}\}$ kommen beide beim Turmalin vor, doch ist die erste Form die gewöhnlichste und ist fast für jedes Vorkommen bekannt, die zweite im Gegentheil habe ich nur an den ceyloner Turmalinen bemerkt, und hier ist sie wieder sehr selten und schwach ausgebildet.

Die anderen Formen sind schon zu selten, um irgend einen Schluss über den Pol, an welchem sie vorkommen, zu machen, doch sind sie fast alle nur an dem antilogen Pole bemerkt.

Natürlich sind die Formen $\{1\bar{1}1\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, $\{101\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$, $\{111\}$, $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ an beiden Polen sehr häufig, doch haben die meisten Vorkommen die Form $\{1\bar{1}1\}$ am antilogen Pole viel stärker ausgebildet, als $\{\bar{1}1\bar{1}\}$ am analogen Pole. Die erste Form ist sehr oft die herrschende, bisweilen die einzige am antilogen Pole, dagegen fehlt $\{\bar{1}1\bar{1}\}$ sehr oft.

Im Gegentheil kommt $\{101\}$ seltener vor, als $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ und die zweite ist gewöhnlich stärker ausgebildet.

Wie gesagt, sind aber alle diese Formen nicht so charakteristisch, wie die früher genannten: $\{3\bar{2}0\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{2\bar{1}1\}$.

Wenn wir die hier abgebildeten Combinationen durchsehen, werden wir leicht bemerken, dass nur die einfachsten Combinationen ungeeignet sind, den Pol zu bestimmen, die complicirten Combinationen dagegen die Möglichkeit bieten, schon nach den Zeichnungen ganz leicht zu bestimmen, welcher von den Polen der antiloge resp. analoge ist.

Im Allgemeinen kann auf Grund aller Beobachtungen an den Turmalinkrystallen der verschiedensten Fundorte das Folgende als Regel gelten:

1. Die Combinationen des antilogen Poles zeigen viele eigenthümliche Formen, welche nur für diesen Pol typisch sind.

2. Die Flächen der Formen des antilogen Poles haben viele eigenthümliche Eigenschaften (Streifung, Fortwachsungserscheinungen), welche diese Formen von den entsprechenden des analogen Poles zu unterscheiden erlauben.

3. Bei den complicirteren Combinationen ist es gewöhnlich möglich, die Pole ohne pyroëlektrische Untersuchungen zu bestimmen.

4. In vielen Fällen kann nur die pyroëlektrische Untersuchung die Frage der Bestimmung der Pole lösen.

Alle diese Erfahrungen kann ich nicht als ein absolutes Gesetz geben, doch in allen Fällen, welche ich gesehen habe, war es möglich sie mit Erfolg zu benutzen. Aus der grossen Sammlung von Turmalinkrystallen des Herrn Seligmann in Coblenz habe ich ungefähr 30 der interessantesten

Exemplare ausgewählt und an diesen die Pole zuerst ohne pyroëlektrische Untersuchungen bestimmt. Später zeigte die Bestäubungsmethode, dass alle Bestimmungen richtig waren. Dasselbe ist mit allen anderen untersuchten Krystallen der Fall gewesen. Gewöhnlich genügt es vollständig, wenn wir an einem Krystall die Combination von drei oder vier Formen haben. Dann hat immer eine von den Flächen etwas Typisches, wodurch wir den Pol bestimmen können. Ich bin sicher, dass nunmehr Jeder, der einige Krystalle des Turmalins von verschiedenen Vorkommen durchgesehen hat, leicht das oben Gegebene bemerken und später an anderen Krystallen die Pole leicht bestimmen wird.

Im Folgenden sollen nun ganz kurz die gemachten Beobachtungen an Turmalinen von einigen anderen Fundorten mitgetheilt werden. Es stand mir hierfür ein sehr reiches Material zur Verfügung. Ausser den Turmalinen, welche in der Münchener Staatssammlung sind, habe ich die reiche und prachtvolle Sammlung des Herrn G. Seligmann in Coblenz, die des Herrn Prof. Goldschmidt und des Herrn Prof. Wülfing, dann die speciell für russische Vorkommen sehr reiche Turmalinsammlung von M. Jeroféjew, welche jetzt dem mineralogischen Museum der Universität zu St. Petersburg gehört, und die Sammlung des Herrn E. von Romanowsky in St. Petersburg durchstudirt. Endlich habe ich die Turmaline in den Sammlungen der Universitäten zu Bonn, Heidelberg, Strassburg und der Staatssammlung zu Stuttgart durchgesehen.

Dieses Material aber hat immer nur als Vergleichsmaterial eine Rolle gespielt, auch, wie wir sehen werden, für Pyroëlektricitäts-Untersuchungen. Messungen der Krystalle von anderen Vorkommen als Ceylon sind immer nur so weit angestellt worden, um die Formen zu bestimmen.

Turmalin von Dekalb, St. Lawrence Co., New York.

Dieses merkwürdige Vorkommen [1]) liefert die ganz weissen, bisweilen wasserklaren, durchsichtigen Turmalinkrystalle, welche nach den Analysen von Riggs [2]), Penfield und Foote [3]) fast absolut eisenfrei sind. Die Krystalle sitzen im Kalk und sind bisweilen von den Schichten des Kalkes durchdrungen. Die grossen Krystalle sind weiss und undurchsichtig, die kleinen aber ganz wasserklar. Sie sind schon von Seligmann gemessen und haben das Axenverhältniss 1 : 0,4513, also den Grundwinkel für die Rechnung $(1\bar{1}1):(11\bar{1}) = 77^0\,21'$, gegeben. Der Winkel $(100):(010)$ wurde zu $47^0\,14'$ (berechnet $47^0\,11'$) gemessen, was sehr nahe zu meinen Werthen

1) Man schreibt auch De Kalb.

2) Riggs, Am. Journ. of Sc. (3), **35**, 35. Ref. diese Zeitschr. **15**, 436.

3) Penfield und Foote, Ueber die chemische Zusammensetzung des Turmalins. Diese Zeitschr. **31**, 332.

für ceyloner Turmalin passt. Die Krystalle sind sehr complicirt und daher an ihnen ganz leicht die Bestimmungen der Pole zu machen. Herr Seligmann hat an diesen Krystallen die folgenden Formen gefunden:

Antiloger Pol:	Analoger Pol:
$\{111\}\, 0R$	
$\{100\}\, R$	$\{\bar{1}00\}\, R$
$\{3\bar{1}\bar{1}\}\, 4R$	
$\{101\} - \frac{1}{2}R$	$\{\bar{1}0\bar{1}\} - \frac{1}{2}R$
$\{2\bar{1}2\} - R$	
$\{1\bar{1}1\} - 2R$	
$\{3\bar{1}0\}\, R2$	
$\{2\bar{1}0\}\, R3$	
$\{3\bar{2}0\}\, R5$	
$\{2\bar{1}1\} - \frac{1}{2}R3$	
$\{2\bar{2}1\} - 2R2$	
$\{3\bar{3}1\} - 2R3$	

Prismenzone:

$\{2\bar{1}\bar{1}\}\, \infty R$
$\{3\bar{2}\bar{1}\}\, \infty P\frac{5}{4}$
$\{1\bar{1}0\}\, \infty P2$
$\{\bar{2}11\}\, \infty R.$

Die Bestimmungen der Pole von Seligmann sind ohne pyroëlektrische Untersuchungen gemacht; obgleich aber die Krystalle die besten Beispiele der Ausnahmen von G. Rose's Gesetze sind, hat Seligmann die Krystalle richtig gestellt, nämlich das complicirtere Ende hat er als »oberes Ende« bezeichnet und die Krystalle so gezeichnet.

Später aber hat Herr Seligmann noch reicheres Material für seine Sammlung gekauft, und er hat die Güte gehabt, mir die besten Krystalle von diesem Vorkommen zur Untersuchung zu überlassen. Die Untersuchung hat ergeben, dass die Reihe der Formen bei diesen Turmalinen viel grösser ist, als Herr Seligmann an den von ihm untersuchten Krystallen gefunden hat. Ich habe nämlich hier die folgenden Formen gefunden:

Antiloger Pol:	Analoger Pol:
$o\{111\}\, 0R$	$o'^{*}\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}\, 0R$
$R\{100\}\, R$	$R'\{\bar{1}00\}\, R$
$d\{3\bar{1}\bar{1}\}\, 4R$	
$\mathfrak{W}$**? $\{11.\bar{4}.\bar{4}\}\, 5R$	
* $\{5\bar{2}\bar{2}\}\, 7R$	
$n\{101\} - \frac{1}{2}R$	$n'\{\bar{1}0\bar{1}\} - \frac{1}{2}R$
$r\{2\bar{1}2\} - R$	
$c\{1\bar{1}1\} - 2R$	$e'^{*}\{\bar{1}1\bar{1}\} - 2R$

Antiloger Pol:	Analoger Pol:
$q\{3\bar{1}0\}R2$	$q'^{*}\{\bar{3}10\}R2$
$t\{2\bar{1}0\}R3$	$t'^{*}\{\bar{2}10\}R3$
$h^{*}\{5\bar{3}0\}R4$	
$u\{3\bar{2}0\}R5$	$u'^{*}\{\bar{3}20\}R5$
	$H'^{*}\{\bar{4}30\}R7$
	$J'^{*}\{\bar{5}40\}R9$
$x\{2\bar{1}0\}-\frac{1}{2}R3$	$^{*}\{\bar{2}1\bar{1}\}-\frac{1}{2}R3$
$v\{2\bar{2}1\}-2R2$	
$\mu\{3\bar{3}1\}-2R3$	
$T^{*}\{4\bar{3}1\}-\frac{1}{2}R7$	

$s\{2\bar{1}\bar{1}\}\infty R$
$\vartheta\{3\bar{2}\bar{1}\}\infty P\frac{5}{4}$
$b\{1\bar{1}0\}\infty P2$
$s'\{\bar{2}11\}\infty R.$

Die Formen, welche mit einem Sternchen bezeichnet sind, sind für das Vorkommen neu. Die Form $\{11.\bar{4}.\bar{4}\}$, welche mit zwei Sternchen bezeichnet ist, ist für Turmalin neu. Die Form wurde an einem Krystalle deutlich ausgebildet beobachtet. Die Messungen ergaben:

	Beobachtet:	Berechnet (nach G. Seligmann):	Diff.:
$(11.\bar{4}.\bar{4}):(2\bar{1}\bar{1})$ =	21° 43′	21° 0′	0° 43′
$(11.\bar{4}.\bar{4}):(100)$	40 53	41 28,5	0 35,3

Die Differenz ist gross, doch scheint hier unmöglich eine andere complicirtere Form vorzuliegen. Ueberhaupt aber war die einzige Fläche dieser Form schlecht ausgebildet, so dass es unmöglich war, diese Form als ganz sicher zu bezeichnen.

Im Allgemeinen sind die Krystalle dieses Fundortes prachtvoll glänzend, so dass es möglich ist, sehr genaue Messungen auszuführen, was schon Herr Seligmann für die Bestimmung des Axenverhältnisses gemacht hat.

Nach der Häufigkeit der Formen können wir an dem antilogen Pole die Formen in folgender Reihe schreiben: $\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{3\bar{2}0\}$, $\{2\bar{1}1\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{101\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{2\bar{1}0\}$, $\{2\bar{2}1\}$ sind sehr häufig. Etwas seltener sind, doch kommen oft vor $\{3\bar{1}0\}$, $\{3\bar{3}1\}$, $\{111\}$, sehr selten sind $\{5\bar{2}\bar{2}\}$, $\{5\bar{3}0\}$, $\{4\bar{3}1\}$.

An dem analogen Pole ist die Reihe der Häufigkeit: $\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, $\{\bar{2}10\}$, welche oft vorkommen, die selteneren sind $\{\bar{3}10\}$, $\{\bar{3}20\}$, $\{\bar{2}1\bar{1}\}$, endlich die Formen $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{4}30\}$, $\{\bar{5}40\}$ sind nur einmal gefunden.

In der Prismenzone sind $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{3\bar{2}\bar{1}\}$ immer ausgebildet, seltener auch $\{\bar{2}11\}$. Von den neuen Formen für dieses Vorkommen habe ich das Folgende zu sagen:

Die Form $\{11.\bar{4}.\bar{4}\}$ ist schon oben beschrieben; $\{5\bar{2}\bar{2}\}$ habe ich an

drei Krystallen gefunden. An beiden sind die Flächen ganz deutlich ausgebildet.

$\{5\bar{3}0\}$ ist nur an einem Krystalle deutlich ausgebildet.

Die für Turmalin überhaupt seltene Form $\{4\bar{3}1\}$, welche ich am Turmalin von Ceylon einmal beobachtet habe, habe ich hier an einem Krystalle ganz deutlich mit zwei Flächen ausgebildet (Fig. 73, Taf. XIII) gefunden.

An dem analogen Pole sind die Formen $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{4}30\}$, $\{\bar{3}20\}$, $\{\bar{5}40\}$ nur durch einige einzelne Flächen ausgeprägt, im Gegentheil sind die Formen $\{\bar{2}10\}$, $\{\bar{3}10\}$, $\{\bar{2}1\bar{1}\}$ an vielen Krystallen zu beobachten, und die Form $\{\bar{1}1\bar{1}\}$ ist an einigen die herrschende. Ferner liegen einige andere Formen in den Zonen $[2\bar{1}\bar{1}, 3\bar{2}0]$ und $[1\bar{1}1, 2\bar{1}\bar{1}]$, doch sind die Flächen sehr gerundet und für die Messungen ganz unbrauchbar.

Die pyroëlektrischen Untersuchungen mit der Bestäubungsmethode haben ergeben, dass die wasserklaren, durchsichtigen Krystalle sehr stark pyroëlektrisch sind. Im Gegentheil zeigen die undurchsichtigen, weissen Krystalle, welche mit Schichten von Calcit durchdrungen sind, keine Pyroëlektricität, eine Beobachtung, welche an vielen anderen Turmalinen gemacht wurde (s. Schedtler).

Die Figg. 71, 72, 73, 74, Taf. XIII, zeigen die Combinationen von vier Krystallen aus der Sammlung von Hrn. Seligmann (s. auch die Abbildungen zu seiner Arbeit). Alle diese Figuren zeigen erstens, dass diese Turmaline sehr complicirte Combinationen darstellen, und zweitens, dass die oben gegebenen Regeln für die Bestimmung der Pole hier auch sehr deutlich hervortreten. So typische Formen wie $\{2\bar{1}2\}$, $\{3\bar{2}0\}$, $\{2\bar{1}1\}$ sind an dem antilogen Pole sehr stark ausgebildet und erlauben den Pol ohne Schwierigkeit zu bestimmen. Hier bemerkt man auch, wie bei vielen anderen Vorkommen, dass das Prisma $\{3\bar{2}\bar{1}\}$ stark ausgebildet ist, also könnten wir immer sagen, dass der Pol der antiloge ist, an welchem die Flächen von $\{100\}$ auf den Flächen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, welche von dem Prisma $\{3\bar{2}\bar{1}\}$ abgestumpft werden, aufgesetzt sind.

Turmalin von Lincoln Co., Nord-Carolina.

Von diesem Vorkommen habe ich nur einen Krystall gehabt, aus der Sammlung von Herrn Seligmann. Seine Combination ist in der Fig. 75, Taf. XIII, abgebildet. Er zeigt die Formen

Antiloger Pol:	Analoger Pol:
$R\{100\}\ R$	
$n\{101\}\ -\frac{1}{2}R$	schlecht
$r\{2\bar{1}2\}\ -R$	ausgebildet
$e\{1\bar{1}1\}\ -2R$	
$c\{2\bar{3}2\}\ -5R$	

Prismen:

$s\,\{2\bar{1}\bar{1}\}\infty R$

$b\,\{1\bar{1}0\}\infty P2$

$s'\{\bar{2}11\}\infty R.$

Der Krystall ist langprismatisch, schwarz und undurchsichtig. Alle Kanten an dem antilogen Pole sind etwas gerundet, die Flächen aber glänzend. Die Prismen sind sehr stark gestreift, so dass die Flächen nur eine Reihe unbrauchbarer Reflexe geben.

Der Krystall ist einer von den interessantesten, welche ich gesehen habe, weil er so grosse Reihen von trigonalen Pyramiden giebt und zu gleicher Zeit keine ditrigonalen. Er kann als eines der besten Beispiele für die Combination an dem antilogen Pole gelten, weil er die stark ausgebildete Form $\{2\bar{3}2\}$ zeigt, und dazu eine für diesen Pol so typische Form $\{2\bar{1}2\}$.

Turmalin von Gouverneur.

Die Krystalle sind im Kalk, meistens mit Schichten von Kalk ganz durchdrungen, und dadurch, dass die Schichten von Kalk im Krystalle einander parallel liegen, beobachten wir fast immer scheinbare Spaltbarkeit, es ist aber nur das Zerfallen der Krystalle parallel den Calcitschichten.

Diese Turmaline stehen ihrem Habitus nach ganz allein unter allen anderen Vorkommen. Bei diesen Krystallen ist nämlich die gewöhnliche Form $\{3\bar{2}0\}$ am meisten stark ausgebildet und alle anderen untergeordnet.

Die Turmaline von Gouverneur sind schon von G. Rose studirt und pyroëlektrisch untersucht worden. Sie zeigen meistens die Combination, welche in der Fig. 76, Taf. XIII, abgebildet ist, oder dieselbe Combination, nur mit wenig stark ausgebildeten ditrigonalen Pyramiden, wie Fig. 77, Taf. XIII. Noch eine einfachere Combination ist in der Fig. 78, Taf. XIII, abgebildet.

Hier ist wieder sehr leicht zu bemerken, dass die Formen den gegebenen Regeln folgen. Zu gleicher Zeit sind sie wieder gute Beispiele der Ausnahmen von G. Rose's Gesetze.

Turmalin von Brasilien.

Die Vorkommen von brasilianer Turmalin sind sehr wenig bekannt. Deshalb steht gewöhnlich auf den Etiquetten entweder »Brasilien« oder aber »Brasilien, Provinz Minas Geraës« geschrieben. Die näheren Angaben muss man sehr vorsichtig aufnehmen.

Ich habe einige Krystalle von Brasilien in der Sammlung des Herrn Seligmann gefunden, welche sehr merkwürdige Combinationen zeigen.

Der interessanteste Krystall hat die Etiquette »San João Baptista, Provinz de Minas, Brasilien«. Der Krystall ist sehr langprismatisch, 30 mm lang, 2 mm breit, braungrün gefärbt. Er zeigt folgende Formen (Fig. 79, Taf. XIII) an dem antilogen Pole (der analoge ist abgebrochen):

$z\,\{7\bar{3}\bar{3}\}\ 10R$
$e\,\{1\bar{1}1\}\ -2R$
$c\,\{2\bar{3}2\}\ -5R$
$t\,\{2\bar{1}0\}\ R3$
$u\,\{3\bar{2}0\}\ R5$
$x\,\{2\bar{1}1\}\ -\frac{1}{2}R3$
$v\,\{2\bar{2}1\}\ -2R2$

und in der Prismenzone $\{1\bar{1}0\}\infty P2$, $\{\bar{2}11\}\infty R$.

Die Combination ist sehr merkwürdig. Wir finden hier weder $\{100\}$, noch $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ und im Gegentheil so seltene Formen wie $\{7\bar{3}\bar{3}\}$, $\{2\bar{2}1\}$, $\{2\bar{3}2\}$. Die herrschende ist $\{2\bar{1}1\}$, welche bedeutend stärker ausgebildet ist, wie die anderen. Die Flächen von $\{2\bar{1}0\}$ und $\{2\bar{1}1\}$ sind matt, diejenigen von $\{7\bar{3}\bar{3}\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{2\bar{3}2\}$, $\{3\bar{2}0\}$, $\{2\bar{2}1\}$ im Gegentheil sehr glänzend. Prismenzone stark gestreift.

Der zweite Krystall, nach der Färbung ganz ähnlich, stammt wahrscheinlich von demselben Vorkommen (auf der Etiquette steht nur »Brasilien«), hat aber etwas andere Combination, nämlich (Fig. 80, Taf. XIII) hier treten nur auf: stark herrschend $\{2\bar{1}1\}$, $\{2\bar{1}0\}$, dann $\{3\bar{2}0\}$ und ganz untergeordnet $\{100\}$.

Noch einfacher ist die Combination eines grossen gelblich-grasgrün gefärbten Krystalles, 40 mm lang. Der Krystall ist ein Prachtstück, ganz durchsichtig, hat leider nur den antilogen Pol, welcher ganz stark ausgebildet $\{2\bar{1}1\}$ und ganz untergeordnet $\{100\}$ zeigt.

Endlich in derselben Sammlung ist noch ein 17 mm grosser, grasgrün gefärbter Krystall (Minas Geraës, Brasilien die Etiquette), welcher noch eine merkwürdige Combination giebt. Er hat nämlich (Fig. 81, Taf. XIII) die Form $\{3\bar{4}3\}$ als herrschende, dann ganz untergeordnet $\{1\bar{1}1\}$ und $\{100\}$. Der analoge Pol ist abgebrochen. In der Prismenzone $\{1\bar{1}0\}$ und sehr schmal $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{\bar{2}11\}$. Auf den Flächen von $\{3\bar{4}3\}$ erscheinen Vertiefungen, welche von ganz gut spiegelnden Flächen von $\{2\bar{2}1\}$ begrenzt sind.

Wie alle diese Krystalle zeigen, sind hier wieder an dem antilogen Pole ganz typische Formen, nämlich $\{3\bar{2}0\}$, $\{2\bar{1}1\}$, $\{3\bar{4}3\}$, $\{2\bar{2}1\}$ vorhanden.

Aehnliche Krystalle hat schon Seligmann[1]) beschrieben, er giebt aber noch andere Combination, nämlich stark ausgebildet $\{2\bar{1}1\}$, ferner die Form $\{3\bar{2}3\}$, welche die Polkanten von $\{2\bar{1}1\}$ abstumpft, und $\{100\}$ schwach ausgebildet (s. Fig. 3 in seiner Arbeit). Er hat aber die complicirteren Combinationen ebenfalls beobachtet, weil er ausser den Formen, welche er in seinen Zeichnungen gegeben hat, noch einige andere Formen angiebt, welche er auch an diesen Turmalinen gefunden hat.

---

1) l. c. S. 224.

Die brasilianer Krystalle, welche G. Rose untersucht hat, sind ganz einfach gewesen.

Die Staatssammlung in München hat eine Serie von brasilianer Turmalinen, von denen einige sehr interessant sind. Auf der Etiquette steht »Minas Geraës« (A. V. 76). Einige von den Krystallen sind gelblichgrasgrün, andere sind grünlichblau. Die ersten geben die Farben: ausserordentlicher Strahl gelblichgrasgrün, ordentlicher braun. Die Krystalle sind sehr durchsichtig, schön gefärbt und können überhaupt als Edelsteine betrachtet werden. Die Combinationen sind einfach; einer zeigt vorherrschend $\{3\bar{4}3\}$ und $\{1\bar{1}1\}$ und sehr schwach $\{100\}$, in der Prismenzone $\{\bar{2}11\}$ und $\{1\bar{1}0\}$; der Krystall hat ganz trigonalen Habitus, die anderen haben $\{1\bar{1}1\}$, $\{100\}$ und $\{3\bar{2}0\}$. Zwei Krystalle sind an dem analogen Pole ausgebildet und zeigen hier stark ausgebildet die Basis und schwächer $\{\bar{1}00\}$. Die grünlichblauen Krystalle haben für den ausserordentlichen Strahl grünlichblaue Färbung, für den ordentlichen tief blau; sie zeigen $\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$ schwächer und $\{3\bar{2}0\}$. Prismenzone $\{\bar{2}11\}$ und $\{1\bar{1}0\}$ und ganz schwach $\{2\bar{1}\bar{1}\}$. An allen Krystallen sind die Flächen von $\{100\}$ parallel der Kante $(100):(1\bar{1}1)$ gestreift. Die Prismenflächen sind auch stark gestreift, die anderen Flächen sind glänzend.

Turmalin von Paris, Maine.

Das Vorkommen liefert die bekannten Edelturmaline, welche ganze Reihen von verschiedenen Färbungen zeigen, manchmal auch so, dass derselbe Krystall von verschieden gefärbten Schichten aufgebaut ist. Die Combinationen der Krystalle sind von den einfachsten (eine solche ist in der Fig. 83, Taf. XIV, abgebildet und zeigt $\{100\}$, $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{1\bar{1}0\}$) bis zu ziemlich complicirten, wie die Fig. 84, Taf. XIV, und Fig. 85, Taf. XIV. Beide sind den Combinationen von brasilianer Turmalinen sehr ähnlich, sie haben nämlich die sehr stark ausgebildete Form $\{2\bar{1}1\}$ (welche am ersten Krystalle sehr stark und am zweiten noch stärker ausgebildet ist) und die Form $\{2\bar{1}0\}$, auch stark ausgebildet. Zu diesen kommt am ersten noch die Form $\{100\}$, am zweiten bemerkt man diese gar nicht, und der Krystall hat eine ganz merkwürdige Combination $\{2\bar{1}1\}$, $\{2\bar{1}0\}$, $\{2\bar{3}2\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{\bar{2}11\}$.

Turmalin von Pierrepont.

Die Krystalle sind ganz schwarz und undurchsichtig.

Die gewöhnlichsten Combinationen sind in den Figg. 86 und 87, Taf. XIV, abgebildet. Die erste kommt öfters vor, die zweite ist schon viel seltener (Museum in München).

Die Krystalle sind sehr schwach pyroëlektrisch, doch zeigen einige polare Pyroëlektricität, und dann sieht man, dass hier, wie gewöhnlich, die Formen $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{2\bar{1}1\}$, $\{3\bar{2}0\}$ für den antilogen Pol typisch sind, $\{2\bar{1}0\}$ kommt selten und klein an dem analogen vor.

Also stimmen diese Turmaline mit den anderen vollkommen überein.

Turmalin von San Diego (Californien).

In der Sammlung von Seligmann findet sich ein Krystall von San Diego (Californien), welcher zu den schönsten Exemplaren dieser enorm reichen Sammlung gehört. Der Krystall ist hell gelbgrün (ganz durchsichtig) und die Flächen sind ganz gut glänzend. Die Fig. 88, Taf. XIV zeigt die Combination des Krystalles. Hier finden wir an dem antilogen Pole (der analoge ist abgebrochen):

$\{100\}\,R$
$\{1\bar{1}1\}\,-2R$
$\{2\bar{3}2\}\,-5R$
$\{3\bar{2}0\}\,R5$
$\{2\bar{1}1\}\,-\frac{1}{2}R3$

und in der Prismenzone $\{1\bar{1}0\}$, $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{2}11\}$.

Die Form $\{2\bar{3}2\}$ ist sehr stark herrschend, dann kommt $\{2\bar{1}1\}$, $\{100\}$. Die Formen $\{3\bar{2}0\}$ und $\{1\bar{1}1\}$ sind die untergeordnetsten. Die Combination ist also höchst typisch für den antilogen Pol.

Turmalin von Elba.

Durch die Untersuchungen vieler Autoren, besonders aber durch D'Achiardi, welcher eine grosse Monographie [1]) über Turmaline aus den Graniten von Elba publicirt hat, sind diese Turmaline wahrscheinlich die bestbekannten von allen. Bei seinen Untersuchungen hat D'Achiardi viele hundert Krystalle von verschiedenen Färbungen gemessen, und es ist natürlich ganz interessant, hier seine Resultate zu vergleichen. Aus seiner Zusammenstellung der beobachteten Formen sehen wir, dass sie ganz genau dieselben Verhältnisse, wie die schon beschriebenen Turmaline zeigen. Er giebt für alle von ihm untersuchten Krystalle die folgenden Formen an:

Antiloger Pol:	Analoger Pol:
$\{111\}\,0R$	$\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}\,0R$
? $\{533\}\,\frac{2}{11}R$	
$\{100\}\,R$	$\{\bar{1}00\}\,R$
$\{4\bar{1}\bar{1}\}\,\frac{5}{2}R$	
$\{3\bar{1}\bar{1}\}\,4R$	$\{\bar{1}0\bar{1}\}\,-\frac{1}{2}R$
$\{1\bar{1}1\}\,-2R$	$\{\bar{1}1\bar{1}\}\,-2R$
$\{3\bar{4}3\}\,-\frac{7}{2}R$	$\{\bar{3}4\bar{3}\}\,-\frac{7}{2}R$
$\{2\bar{3}2\}\,-5R$	
$\{2\bar{1}0\}\,R3$	$\{\bar{2}10\}\,R3$
$\{2\bar{1}1\}\,-\frac{1}{2}R3$	
$\{2\bar{2}1\}\,-2R2$	
? $\{4\bar{2}\bar{1}\}\,4R\frac{3}{2}$	

1) l. c.

Dazu kommt die Form $\{4\bar{7}4\}$, für welche Verf. den Pol nicht bestimmt, und die Prismen: $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{\bar{2}11\}$, $\{\bar{5}32\}$, $\{\bar{20}.13.7\}$, $\{\bar{3}21\}$, $\{\bar{4}31\}$, $\{\bar{17}.13.4\}$, $\{\bar{9}72\}$, $\{\bar{5}41\}$, $\{\bar{8}71\}$, für deren Mehrzahl es unmöglich ist zu sagen, ob Verf. sie als positive oder negative beobachtete. Auf der Projection giebt er sie alle als negative an.

Wir sehen aus dieser Formentabelle, dass hier wieder so typische Formen, wie $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\{2\bar{3}2\}$, $\{2\bar{1}1\}$, $\{2\bar{2}1\}$, nur an dem antilogen Pole beobachtet wurden (alle diese Formen sind an diesen Turmalinen sehr selten). Weiter an dem antilogen Pole bemerkt man kein $\{101\}$, im Gegentheil an dem analogen Pole kommt sie bisweilen vor; die Form $\{1\bar{1}1\}$ ist im Gegentheil für den ersten Pol gewöhnlich, für den zweiten sehr selten. Endlich die Form $\{2\bar{1}0\}$ ist für den antilogen Pol keine seltene, für den analogen ist $\{\bar{2}10\}$ sehr selten.

Also zeigen die beiden Pole dasselbe, wie an Turmalinen von anderen Vorkommen.

Ich habe keine interessanten Turmaline von Elba gehabt, nur kann ich hier einen mit sehr starker und gut ausgebildeter Form $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ aus der Sammlung von Herrn Seligmann erwähnen (s. Fig. 89, Taf. XIV).

Von G. d'Achiardi sind auch die Turmaline von der Insel Giglio untersucht. Für diese giebt er folgende Formentabelle:

Antiloger Pol:	Analoger Pol:
	$\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}\ 0R$
$\{100\}\ R$	$\{\bar{1}00\}\ R$
? $\{656\}\ -\frac{1}{17}R$	
$\{101\}\ -\frac{1}{2}R$	$\{\bar{1}0\bar{1}\}\ -\frac{1}{2}R$
$\{2\bar{1}2\}\ -R$	
$\{1\bar{1}1\}\ -2R$	
$\{3\bar{4}3\}\ -\frac{7}{2}R$	
$\{2\bar{3}2\}\ -5R$	
$\{3\bar{1}0\}\ R2$	
? $\{2\bar{1}0\}\ R3$	
$\{3\bar{2}0\}\ R5$	
$\{2\bar{2}1\}\ -2R2$	

und die Prismen: $\{2\bar{1}\bar{1}\}\ \infty R$
$\{1\bar{1}0\}\ \infty P2$
$\{\bar{2}11\}\ \infty R$

von einigen unbestimmbaren $[\{8\bar{7}\bar{1}\}$, $\{5\bar{4}\bar{1}\}$, $\{4\bar{3}\bar{1}\}$, $\{3\bar{2}\bar{1}\}$, $\{5\bar{3}\bar{2}\}]$ — positive oder negative — spricht der Verf. nicht.

Also zeigen auch diese dieselbe Vertheilung der Formen, wie die anderen Vorkommen.

Turmalin von Hartmannsdorf bei Penig (Sachsen).

Das Münchener Museum hat zwei Krystalle von diesem Vorkommen. Sie sind nach der Färbung den ceyloner Turmalinen sehr ähnlich, zeigen nämlich gelblich-grasgrüne Färbung für den ausserordentlichen Strahl und braune für den ordentlichen.

Die Combination ist: $\{100\}$ stark, $\{2\bar{1}1\}$ auch stark, $\{3\bar{2}0\}$ stark und dazu schwach $\{2\bar{1}0\}$ und $\{111\}$. In der Prismenzone ist $\{1\bar{1}0\}$ stark entwickelt, so dass die Krystalle ganz hexagonalen Habitus haben und nur ganz undeutlich die Formen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{\bar{2}11\}$ zeigen. Die analogen Pole sind nicht ausgebildet.

Die Combination ist also sehr typisch für den antilogen Pol.

Turmalin von Andreasberg.

Die Krystalle sind sehr einfach, zeigen aber eine sehr typische Combination an beiden Polen, nämlich $\{100\}$ etwas untergeordnet, $\{1\bar{1}1\}$ sehr stark ausgebildet, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ stark ausgebildet und schwach $\{2\bar{1}1\}$. An dem analogen Pole habe ich nur $\{\bar{1}00\}$ und $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ bemerkt; in der Prismenzone $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{2}11\}$ und $\{1\bar{1}0\}$.

Turmalin aus der Umgebung von Mursinka.

Die Turmalinvorkommen im Ural sind so zahlreich, dass wir in der Literatur nur die Beschreibung der wichtigsten von ihnen treffen können, aber auch diese sehr unvollständig. Ueberhaupt sind die Vorkommen selbst so wenig bekannt, dass wir in jeder Sammlung Krystalle mit ganz falschen Etiquetten, oder aber mit dem Namen »Mursinka«, d. i. der Centralort des Gebietes der Edelsteingruben, finden können.

Die bekanntesten Turmalinvorkommen liegen alle in der Nähe des Dorfes Mursinka. Der schwarze Turmalin findet sich überall in grossen Massen in diesem Gebiete, und es ist überhaupt sehr schwer, die Vorkommen der einzelnen Krystalle zu unterscheiden. Seltener sind schon rothe Turmaline. Die bekanntesten Vorkommen sind drei: Schaitanka, Sarapulka und Lipowaja.

Das erste Vorkommen lieferte früher grosse Mengen von rosa, roth, gelblich-rosa und braun gefärbten Turmalinen. Jetzt aber stehen die Gruben nicht mehr im Betriebe, obgleich die Lagerstätten kaum ausgebeutet sind. Die Turmaline sind hier zusammen mit Topas, Beryll, Feldspath, Lepidolith, Phenakit, Rhodizit und vielen anderen Mineralien vorhanden. Alle diese Turmaline sitzen in Hohlräumen des Granits, oder aber sind als Gemengtheile des Granits selbst zu betrachten.

Das zweite Vorkommen ist das Dorf Sarapulka, von wo aus bis in die letzte Zeit die Mehrzahl der Rosaturmaline stammten. Jetzt aber produciren auch diese Gruben sehr wenig. Diese Turmaline haben gewöhnlich sehr

angenehme Rosafärbung, welche aber manchmal bis in die schönste Rubinfärbung übergeht, so dass die geschliffenen Steine sehr leicht mit den besten Rubinen zu verwechseln sind. Hier kommen auch Exemplare vor, welche aus verschieden gefärbten Schichten aufgebaut sind, und zwar sind die Differenzen in der Färbung sehr stark, z. B. habe ich Krystalle gefunden, an welchen parallel der Basis die Rosafärbung in's Tiefblaue übergeht.

In den letzten Jahren aber ist das neue Vorkommen gefunden, nämlich beim Dorfe Lipowaja (20 km NO. vom Dorfe Mursinka) am Flusse Bobrowka, und von hier stammen jetzt fast alle Rosaturmaline, welche im Handel sind. Das Vorkommen ist sehr reich; die Krystalle sind gewöhnlich hellrosa gefärbt, es kommen aber auch Krystalle vor, welche aus verschiedenen Schichten aufgebaut sind; einige sind den sogenannten »Mohrenköpfen« sehr ähnlich, und zwar ist der Krystall hellrosa, am Ende aber tiefblau.

Ausser diesen Turmalinen aus der Umgebung von Mursinka sind noch blaugrüne vom Berge Mokruscha zu erwähnen, sie sind aber sehr selten und man findet sie in letzter Zeit fast gar nicht mehr.

Alle uralischen Turmaline sind sehr flächenarm, doch sind sie in einiger Beziehung interessant für uns.

Die klassische Arbeit über russische Turmaline stammt von Jeroféjew, welcher die Turmaline von Schaitanka und Mursinka untersucht hat; die Resultate seiner Untersuchungen sind in einer grossen Monographie publicirt worden. In dieser Arbeit »Krystallographische und krystallo-optische Untersuchungen der Turmaline« giebt er die Beschreibung der rothen Turmaline von Schaitanka (in dieser Abtheilung sind auch rosa und braun gefärbte Turmaline eingeschlossen) und vom Flusse Urulga (Ost-Sibirien), dann der braunen von Schaitanka (in dieser Gruppe sind braungrüne und grüne) und endlich der schwarzen Turmaline von Mursinka.

Leider sind vom Verf. die Krystalle nicht pyroëlektrisch untersucht worden, und dadurch sind alle seine Bestimmungen der Formen in dieser Beziehung fraglich, da es gewöhnlich unsicher, ob der Pol sicher bestimmt ist. Alle seine Bestimmungen der Pole sind nach dem Gesetze von G. Rose gemacht.

Da sich aber die ganze Sammlung des Hrn. Jeroféjew nach seinem Tode in der Universitätssammlung zu St. Petersburg befindet, und in dieser Sammlung, ausser einer grossen Zahl von Turmalinen von verschiedenen Vorkommen des Urals, auch ein Theil der von Jeroféjew gemessenen Krystalle vorhanden ist, wurde es für mich möglich, auch die Formen der Turmaline von diesen Vorkommen richtig zu stellen, und man konnte also sehen, ob diese Vorkommen auch dieselben Verhältnisse zeigen, wie die anderen. Hauptsächlich habe ich die Turmaline von den folgenden Vorkommen untersucht:

Schaitanka (rosa, roth, braun und grün gefärbte Krystalle),

Mursinka (schwarze),

Sarapulka (rosa, rothe, dunkelgelbe und braune),

Lipowaja (rosa und rothe).

Die Krystalle von allen diesen Vorkommen sind sehr einfach und nur sehr selten zeigen sie complicirtere Combinationen. An den rosa, roth und braun gefärbten Krystallen von Schaitanka habe ich die folgenden Formen beobachtet:

Antiloger Pol:	Analoger Pol:
$\{111\}0R$	$\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}0R$
$\{100\}R$	$\{\bar{1}00\}R$
$\{101\}-\frac{1}{2}R$	$\{\bar{1}0\bar{1}\}-\frac{1}{2}R$
$\{1\bar{1}1\}-2R$	$\{\bar{1}1\bar{1}\}-2R$
$\{2\bar{1}0\}R3$	$\{\bar{2}10\}R3$
$\{2\bar{1}1\}-\frac{1}{2}R3$	

$\{2\bar{1}\bar{1}\}\infty R$
$\{\bar{2}11\}\infty R$
$\{1\bar{1}0\}\infty P2$

Jeroféjew giebt noch für den analogen Pol die Formen $\{\bar{3}10\}$, $\{\bar{7}10\}$, $\{\bar{7}20\}$ und die Prismen $\{5\bar{4}\bar{1}\}$ und $\{7\bar{6}\bar{1}\}$ an. Ich habe diese Formen nicht beobachtet, und wie es scheint hat Jeroféjew an dem Krystalle, an dem er diese Formen beobachtet hat, die Pole falsch gestellt; so scheint es jedenfalls aus seiner Figur dieses Krystalles hervorzugehen.

Die Krystalle zeigen dieselben Verhältnisse wie alle anderen, nämlich die Formen $\{1\bar{1}1\}$ und $\{2\bar{1}0\}$ für den analogen Pol typisch, welche im Gegentheil an dem analogen Pole selten und nie stark ausgebildet vorkommen; die Form $\{101\}$ ist im Gegentheil häufiger an dem analogen Pole (Fig. 91, Taf. XIV zeigt die Combination eines schönen Krystalles von diesem Vorkommen).

Besonders stark ausgebildete Formen ($\{2\bar{1}0\}$ und $\{1\bar{1}1\}$) haben die grünen Turmaline von Schaitanka. Sie haben gewöhnlich entweder $\{2\bar{1}0\}$ sehr stark ausgebildet und untergeordnet $\{100\}$, oder aber $\{1\bar{1}1\}$ fast vollständig herrschend und sehr schwach $\{100\}$. An dem analogen Pole (welcher gewöhnlich abgebrochen ist) sitzt gewöhnlich $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{\bar{1}00\}$, seltener $\{\bar{1}0\bar{1}\}$, also ist hier dasselbe normale Formenverhältniss.

Viel interessanter sind die schwarzen Turmaline. Man findet diese überall in allen Graniten der Umgebung von Mursinka. Sie sitzen entweder in Hohlräumen des Granits und sind dann am Ende gut ausgebildet, oder sie sind im Granit als Gemengtheil und zeigen dann keine deutlichen Flächen, oder nur $\{100\}$ und $\{\bar{1}00\}$. An gut ausgebildeten Krystallen habe ich die folgenden Formen beobachtet:

Antiloger Pol:	Analoger Pol:
$\{111\}0R$	$\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}0R$
$\{100\}R$	$\{\bar{1}00\}R$
$\{4\bar{1}\bar{1}\}\frac{5}{2}R$	

Analoger Pol:	Antiloger Pol:
$\{3\bar{1}\bar{1}\}4R$	
$\{101\}-\frac{1}{2}R$	$\{\bar{1}0\bar{1}\}-\frac{1}{2}R$
$\{2\bar{1}2\}-R$	
$\{1\bar{1}1\}-2R$	?$\{\bar{1}1\bar{1}\}-2R$
$\{3\bar{4}3\}-\frac{7}{2}R$	
$\{2\bar{3}2\}-5R$	
$\{2\bar{1}0\}R3$	
$\{3\bar{2}0\}R5$	
$\{2\bar{1}1\}-\frac{1}{2}R3$	
$\{2\bar{2}1\}-2R2$	

$\{2\bar{1}\bar{1}\}\infty R$
$\{\bar{2}11\}\infty R$
$\{1\bar{1}0\}\infty P2$
$\{3\bar{2}\bar{1}\}\infty P\frac{5}{4}$
$\{9\bar{5}\bar{4}\}\infty P\frac{14}{13}$
$\{7\bar{4}\bar{3}\}\infty P\frac{11}{10}$

Dazu giebt noch Jeroféjew für den analogen Pol die Formen $\{\overline{10}.7.7\}$ und $\{7\bar{5}\bar{5}\}$ und das Prisma $\{5\bar{3}\bar{2}\}$.

Die Formentabelle giebt einen sehr guten Beweis, dass hier die Formen des antilogen Poles sehr typisch sind; hier treffen wir nämlich so charakteristische Formen für den antilogen Pol, wie $\{4\bar{1}\bar{1}\}$, $\{3\bar{1}\bar{1}\}$, $\{2\bar{1}2\}$, $\{3\bar{4}3\}$, $\{3\bar{3}2\}$, $\{3\bar{2}0\}$, $\{2\bar{1}0\}$, $\{2\bar{1}1\}$, $\{2\bar{2}1\}$, welche an dem analogen Pole fehlen.

Einige der Krystalle, welche ich in den Händen gehabt habe, verdienen besondere Erwähnung. Fig. 92, Taf. XIV ist eine sehr interessante Combination, welche einen schwarzen Krystall aus der Sammlung zu St. Petersburg darstellt. Hier haben wir eine sehr stark ausgebildete Form $\{2\bar{1}2\}$.

Fig. 93, Taf. XIV giebt eine Abbildung eines sehr grossen schwarzen Turmalins aus der Sammlung des Herrn Seligmann (Coblenz).

Die Turmaline von Sarapulka sind viel einfacher und zeigen gewöhnlich die Combination $\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$ und $\{111\}$ schwach an dem antilogen Pole, und $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$ an dem analogen Pole. Im Allgemeinen habe ich die folgenden Formen beobachtet:

Antiloger Pol:	Analoger Pol:
$\{111\}0R$	$\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}0R$
$\{100\}R$	$\{\bar{1}00\}R$
$\{3\bar{1}\bar{1}\}4R$	
$\{101\}-\frac{1}{2}R$	$\{\bar{1}0\bar{1}\}-\frac{1}{2}R$
$\{1\bar{1}1\}-2R$	$\{\bar{1}1\bar{1}\}-2R$
$\{2\bar{3}2\}-5R$	
$\{2\bar{1}0\}R3$	
$\{2\bar{1}1\}-\frac{1}{2}R3$	

$\{2\bar{1}\bar{1}\}\infty R$
$\{\bar{2}11\}\infty R$
$\{1\bar{1}0\}\infty P2$

Bisweilen ist die Form $\{2\bar{1}0\}$ ziemlich stark ausgebildet.

Die Fig. 96, Taf. XIV giebt eine Abbildung eines Prachtkrystalles aus der Sammlung des Herrn Seligmann in Coblenz. Dieser Krystall ist das beste Beispiel des Hemimorphismus, welches ich überhaupt unter allen Turmalinkrystallen gesehen habe. Hier finden wir an dem antilogen Pole die Formen $\{1\bar{1}1\}$ und $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ stark ausgebildet, schwächer $\{100\}$ und eine noch kleinere Fläche von $\{111\}$. An dem analogen Pole sind grosse Flächen von $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ und drei kleinere von $\{\bar{1}00\}$ vorhanden. Der Krystall ist schmutzigroth gefärbt, alle Flächen sind gut glänzend. Der ganze Krystall sieht sehr schön aus. Auf der Etiquette in der Sammlung des Hrn. Seligmann steht »Alabaschka«; das ist aber ohne Zweifel ein Fehler und es ist ganz sicher, dass der Krystall entweder von Sarapulka oder auch von Schaitanka sei, jedenfalls nicht von Alabaschka, wo keine solchen rothen Turmaline bekannt sind.

Endlich liefert sehr interessante Krystalle Lipowaja. Hier sind die Krystalle bisweilen bis 6 cm lang und 3—4 cm dick, gewöhnlich aber bis 2—3 cm lang und 1 cm dick. Die Färbung ist hellrosa, bisweilen rosagelb. Der Habitus dieser Krystalle ist ganz sonderbar, sie zeigen nämlich sehr oft oben $\{100\}$ und $\{2\bar{1}1\}$ (Fig. 97 Taf. XIV zeigt einen Krystall aus der Sammlung des Herrn v. Romanowsky in St. Petersburg), während bisweilen fast vollständig herrschend ist unten $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, bisweilen allein (Fig. 98, Taf. XIV zeigt einen Krystall aus meiner Sammlung) oder mit $\{\bar{1}00\}$. Die gewöhnlichste Combination ist $\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$ und $\{2\bar{1}0\}$ oben, unten $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{1}00\}$ (Fig. 99, Taf. XIV zeigt einen Krystall aus meiner Sammlung); es giebt auch Krystalle, an welchen oben $\{111\}$ allein ausgebildet ist. Ueberhaupt habe ich an diesen Krystallen die folgenden Formen beobachtet:

Antiloger Pol:	Analoger Pol:
$\{111\}0R$	$\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}0R$
$\{100\}R$	$\{\bar{1}00\}R$
? $\{4\bar{1}\bar{1}\}\frac{5}{2}R$	
$\{3\bar{1}\bar{1}\}4R$	
$\{101\}-\frac{1}{2}R$	$\{\bar{1}0\bar{1}\}-\frac{1}{2}R$
$\{1\bar{1}1\}-2R$	
$\{3\bar{1}0\}R2$	
$\{2\bar{1}0\}R3$	
$\{2\bar{1}1\}-\frac{1}{2}R3$	
$\{2\bar{2}1\}-2R2$	

$\{2\bar{1}\bar{1}\}\infty R$
$\{\bar{2}11\}\infty R$

$\{1\bar{1}0\}\infty P2$

$\{3\bar{2}\bar{1}\}\infty P\frac{3}{4}$

Die Form $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ ist selten (Fig. 90 Taf. XIV, ein Krystall meiner Sammlung).

Die Flächen der Krystalle sind sehr glänzend, geben aber recht gestörte Reflexbilder, so dass die Messungen sehr ungenau sind. Nur ein Krystall in meiner Sammlung hat ziemlich gute Reflexe gegeben und die Messungen haben ergeben:

				Mittel:
(100) : (010) =	46° 44′—47° 8′	3	1	46° 49,2′
(100) : (2$\bar{1}$0)	29 1 —29 15	3	1	29 9,2
(2$\bar{1}$0) : (1$\bar{1}$0)	37 28 —37 32,5	4	1	37 30,6
(100) : (1$\bar{1}$0)	66 33 —66 46,5	3	1	66 40,1

Wenn wir also aus dem ersten und vierten Werthe ein mittleres Axenverhältniss ausrechnen wollen, so erhalten wir die Werthe:

(100) : (010) = 46° 49,2′ Axenverhältniss 1 : 0,44714
(100) : (010) 46 39,8 - 1 : 0,44538.

Also können wir als mittleren Werth annehmen:

(100) : (010) 46° 44,5′ Axenverhältniss 1 : 0,44626.

Natürlich kann dieser Werth keine grosse Genauigkeit haben; er ist aber deshalb interessant, weil diese Turmaline von Niemandem gemessen worden sind, und weil dieser Werth deutlich zeigen kann, dass diese Turmaline bedeutend kleinere Grundwinkel haben, als die ceyloner, Dekalber und viele andere Vorkommen.

Aus dem Vergleich der sämmtlichen hier beschriebenen russischen Turmalinvorkommen geht deutlich hervor, dass sie dieselben Verhältnisse in Bezug auf die Vertheilung der Formen an beiden Polen zeigen, wie die anderen Vorkommen.

Fast von allen diesen hier erwähnten Vorkommen sind die Krystalle stark pyroëlektrisch. Nur die Turmaline von Andreasberg und Pierrepont zum Theil, und einige von Mursinka, zeigen eine ganz schwache Polarität, so dass dieselbe mit der Bestäubungsmethode von Kundt nicht nachweisbar ist.

Nach dem Vorschlage des Herrn Professor Röntgen habe ich solche schwach pyroëlektrische Turmaline nach folgender Methode untersucht. Man nimmt zwei andere Turmalinkrystalle, bei denen die Pole schon bekannt sind, und legt sie auf zwei Korkstückchen in den Erwärmungskasten. In demselben wird der zu untersuchende Krystall an einem Coconfaden aufgehängt, so dass er sich ganz frei drehen kann. Dann erwärmt man den Kasten bis ungefähr 150° und nimmt hierauf den Brenner fort. Nachdem alle drei Krystalle bei der Abkühlung pyroëlektrische Spannung be-

kommen haben, nähert man die beiden ersten Krystalle einander so, dass der dritte sich zwischen ihnen in einem elektrischen Felde befindet. Derselbe dreht sich dann so, dass sein antiloger Pol zum analogen Pol des einen der auf dem Kork liegenden Krystalle geht, und sein analoger Pol zum antilogen Pol des anderen. Das Experiment gelingt bei den stark pyroëlektrischen Krystallen sehr deutlich, bei den schwach pyroëlektrischen nicht so deutlich, doch ist es immer möglich, die Pole zu bestimmen, man muss nur den Versuch mehrfach wiederholen und die ersten Drehungen des Krystalles beobachten. Wenn der untersuchte Krystall sehr schwach pyroëlektrisch ist, und die beiden anderen viel stärker, so erhält der zu untersuchende Krystall gleich starke Influenzelektricität und macht Drehungen, welche keine Beziehung zu seiner Pyroëlektricität haben, daher zu grosse Differenzen in der elektrischen Erregbarkeit zu vermeiden sind. Mit dieser Methode habe ich einige sehr schwach pyroëlektrische Krystalle bestimmt.

Wie bekannt ist, hat Kundt an den Turmalinen bei der Bestäubung sehr unregelmässige Vertheilung des Pulvers beobachtet. Er hat diese Anomalien durch Zwillingsverwachsung von verschieden orientirten Individuen erklärt, und zwar hat er gemeint, dass die Individuen mit einander so verwachsen sind, dass ihre c-Axen einander parallel bleiben, und nur die Pole in entgegengesetzter Lage sind. In dieser Erscheinung wollte er auch die Erklärung für die Krystalle finden, welche keine pyroëlektrische Spannung zeigen. Wie es aber scheint, ist diese Erscheinung ganz anders möglich zu erklären. Es hat nämlich schon Kundt selbst, und besonders Schedtler, bemerkt, dass Spalten, Risse und fremde Einflüsse in dem Krystalle ganz unregelmässige Vertheilung des Pulvers hervorrufen. An meinen Krystallen habe ich das sehr oft deutlich beobachtet. Die Figg. 50, 51 und 52, Taf. XII, zeigen das sehr instructiv. Hier sieht die Erscheinung den Abbildungen von Kundt sehr ähnlich aus; aber wenn wir die Oberfläche des Krystalles betrachten, bemerken wir eine ganze Serie von Spalten, welche ganz genau den anomalen Stellen entsprechen. Besonders interessant ist Krystall Nr. 13 (Fig. 50). Er zeigt am antilogen Pole sehr wenig rothes Pulver, und zu gleicher Zeit an einigen anomalen Stellen keine Risse auf der Oberfläche; wenn wir aber mit der Lupe das Innere des Krystalles untersuchen (der Krystall ist sehr durchsichtig), so bemerken wir, dass dicht unter der Oberfläche ganz scharfe Risse, welche genau den anomalen Stellen des Pulvers entsprechen, sich befinden. Dasselbe zeigen die Krystalle Nr. 90 (Fig. 51 zeigt den antilogen Pol), Nr. 44 (Fig. 52 zeigt den analogen Pol) und viele andere Krystalle.

In der vorhergehenden Discussion sind nur die am Turmalin von Ceylon beobachteten Formen berücksichtigt worden. Um eine vollständige Formen-

zusammenstellung für Turmalin überhaupt zu machen, bedarf es nur der Hinzufügung einer sehr kleinen Zahl von Formen. Nämlich absolut sichere Formen, deren Zugehörigkeit zu einem der beiden Pole sicher zu bestimmen möglich ist, sind nur die folgenden:

Antiloger Pol:			Analoger Pol:
$\{533\}$	$\{2.0.\bar{2}.11\}\ \frac{2}{11}R$	D'Ach.[1]	Keine.
$\{6\bar{1}\bar{1}\}$	$\{70\bar{7}4\}\ \frac{7}{4}R$	Dan.[2]	
? $\{11.\bar{4}.\bar{4}\}$	$\{50\bar{5}1\}\ 5R$	Wor.[3]	
$\{656\}$	$\{0.1.\bar{1}.17\}\ -\frac{1}{17}R$	D'Ach.[4]	
$\{19.\bar{2}\bar{6}.19\}$	$\{0.\bar{1}\bar{5}.\bar{1}\bar{5}.4\}\ -\frac{15}{4}R$	Slg.[5]	
$\{7.\bar{1}\bar{0}.7\}$	$\{0.17.\bar{1}\bar{7}.4\}\ -\frac{17}{4}R$	Jer.[6]	
$\{15.\bar{1}\bar{4}.0\}$	$\{15.14.\bar{2}\bar{9}.1\}\ R29$	Arz.[7]	
$\{703\}$	$\{4.3.\bar{7}.10\}\ \frac{1}{10}R7$	Arz.[7]	
$\{14.\bar{1}\bar{3}.13\}$	$\{1.26.\bar{2}\bar{7}.14\}\ -\frac{25}{14}R\frac{27}{25}$	Arz.[7]	

Die folgenden Formen sind sicher, doch ist es unmöglich, den Pol zu bestimmen, zu welchem sie gehören:

	$\{7\bar{1}0\}$	$\{71\bar{8}6\}\ R\frac{4}{3}$	Jer.[6]
	$\{7\bar{2}0\}$	$\{72\bar{9}5\}\ R\frac{9}{5}$	Jer.[6]
	$\{7\bar{5}5\}$	$\{2.10.\bar{1}\bar{2}.7\}\ -\frac{8}{7}R\frac{3}{2}$	Jer.[6]
	$\{4\bar{4}3\}$	$\{17\bar{8}3\}\ -2R\frac{4}{3}$	Dan.[2]
endlich das Prisma	$\{7\bar{6}\bar{1}\}$	$\{8.5.\bar{1}\bar{3}.0\}\ \infty P\frac{13}{3}$	Jer.[6]

Alle sonst angegebenen Formen sind ganz unsicher und ihre Zusammenstellung würde keine Bedeutung haben; übrigens sind sie schon alle im »Index der Krystallformen der Mineralien« von Prof. Goldschmidt zusammengestellt (3. Theil, S. 243 f.). Daselbst sind auch alle »Errata« in den Arbeiten über Turmalin nachzusehen.

Discussion der Formenreihe des Turmalins.

Wie bekannt, hat Herr Prof. Goldschmidt durch seine Arbeiten »Ueber die Entwickelung der Krystallformen« (diese Zeitschr. 28, 1 u. 414), ein Mittel gegeben, die Wahrscheinlichkeit der Formen eines Minerales durch Discussion der Reihen der Zahlen, welche die Indices dieser Formen bilden, zu prüfen, und dadurch einestheils die Wahrscheinlichkeit der beobachteten Form zu bestimmen, anderentheils die Formen vorauszusagen, welche wir in einer gewissen Zone, wenn einige Formen in dieser schon bekannt sind, zu finden erwarten können. Durch seine Discussionen der Formen beim Calcit, Topas, Idokras u. s. w. hat er gezeigt, dass diese Theorie

1) Tormaline d. Granito Elbano. 2) Syst. of Miner. 3) S. S. 427. 4) Tormaline dell' Isola del Giglio. 5) l. c. Prof. Goldschmidt meint (Index d. Kryst. d. Min.) hier die Form $\{8.\bar{1}\bar{1}.8\}-\frac{19}{5}R$ zu haben. 6) l. c. 7) l. c.

wirklich praktische Anwendung finden kann, und dass einige scheinbar unregelmässige Störungen der Reihen der Formen eine gesetzmässige und erklärliche Ursache haben, also keine Ausnahmen des Gesetzes bilden, sondern im Gegentheil dasselbe bestätigen. Nachdem ich am Turmalin von Ceylon eine so grosse Reihe von Formen bestimmt hatte, war es sehr interessant, eine Prüfung der Wahrscheinlichkeit derselben vorzunehmen, um so mehr, als alle meine Bestimmungen, Messungen und Rechnungen ohne Rücksicht auf die Theorie der Wahrscheinlichkeit ausgeführt wurden.

Herr Prof. V. Goldschmidt hatte während meines Besuches seines Institutes in Heidelberg die grosse Liebenswürdigkeit, die Discussion meiner Formentabelle vorzunehmen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche.

Wir werden hier alle Zonen nach einander in derselben Reihenfolge, wie sie in der Tabelle (S. 278 f.) stehen, durchgehen und dementsprechend mit der Zone der trigonalen Pyramiden anfangen. Die Discussion soll nur in ganz kurzer Form dargelegt werden[1]).

Fangen wir mit dem antilogen Pole und zwar mit der Zone der trigonalen Pyramiden an. Die ganze Zone zerfällt durch die verstärkten Punkte ∞, -2, $-\frac{1}{2}$, 0, 1, 4 (G_2) in einige freie Stücke. Nehmen wir zuerst das äussere Stück:

$$G_2 : p = -2 \quad -3 \quad -\tfrac{7}{2} \quad -\tfrac{9}{2} \quad -5 \quad -\tfrac{16}{3} \quad -8 \quad -32{\cdot}32 \quad -\infty$$
$$-\tfrac{1}{3}(p+2) = \quad 0 \quad \tfrac{1}{3} \quad \tfrac{1}{2} \quad \tfrac{5}{6} \quad 1 \quad \tfrac{10}{9} \quad 2 \quad 10 \quad \infty$$

Die Reihe ist normal bis auf $\frac{10}{9}$ und 10. Die diesen nicht in die Reihe passenden Zahlen entsprechenden Formen sind nach meiner Beschreibung (S. 314 und 317) schon als fraglich angegeben. Die der auffallenden Zahl $\frac{5}{6}$ entsprechende Form ist auch schlecht ausgebildet[2]).

Das zweite mittlere Stück derselben Zone giebt:

$$G_2 : p = -2 \quad -\tfrac{3}{2} \quad -\tfrac{5}{4} \quad -\tfrac{8}{7} \quad -1 \quad -\tfrac{13}{14} \quad -\tfrac{5}{7} \quad -\tfrac{5}{8} \quad -\tfrac{1}{2}$$
$$-\frac{2p+1}{p+2} = \infty \quad 4 \quad 2 \quad \tfrac{3}{2} \quad 1 \quad \tfrac{4}{5} \quad \tfrac{1}{3} \quad \tfrac{2}{11} \quad 0$$

Die Reihe ist gut, nur die Zahlen $\frac{4}{5}$ und $\frac{2}{11}$ nicht passend. Von den entsprechenden Formen ist die erste etwas fraglich, die zweite sehr selten, bloss einmal beobachtet.

Das innere Stück bildet die Reihe:

$$G_2 : p = -\tfrac{1}{2} \quad -\tfrac{4}{9} \quad -\tfrac{7}{20} \quad -\tfrac{1}{3} \quad -\tfrac{1}{4} \quad -\tfrac{1}{5} \quad 0$$
$$\frac{-p}{2p+1} = \infty \quad 4 \quad \tfrac{7}{6} \quad 1 \quad \tfrac{1}{2} \quad \tfrac{1}{3} \quad 0$$

1) Zum näheren Verständniss und zur Begründung dieser Discussion vergl. diese Zeitschr. 1897, **28**, 23 f. und 426 f.

2) Die Form wurde zum ersten Male von Seligmann angegeben, doch wurde später $-\frac{22}{5}$ von Goldschmidt angenommen, welche mit den Messungen besser stimmt und einfacher ist.

Die Zahlenreihe ist gut. Nur $\frac{7}{6}$ fällt heraus. Die Form ist fraglich und wahrscheinlich eine Vicinale zu dem 1 entsprechenden $-\frac{1}{3}$ (G_2).

Das positive innere Stück in derselben Zone bildet die Reihe:

$$G_2 : p = 0 \quad \frac{1}{10} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{2}{5} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{4}{7} \quad \frac{2}{3} \quad \frac{10}{11} \quad 1$$
$$\frac{3}{2} \cdot \frac{p}{1-p} = 0 \quad \frac{1}{6} \quad \frac{1}{2} \quad 1 \quad \frac{3}{2} \quad 2 \quad 3 \quad 15 \quad \infty$$

Die Reihe ist sehr gut. Nur $\frac{1}{6}$ und 15 passen nicht. Sie entsprechen in der That der Beobachtung nach fraglichen Formen.

Das mittlere positive Stück giebt:

$$G_2 : p = 1 \quad \frac{20}{19} \quad \frac{5}{4} \quad \frac{10}{7} \quad \frac{5}{3} \quad \frac{13}{7} \quad 2 \quad \frac{5}{2} \quad \frac{14}{5} \quad 3 \quad 4$$
$$\frac{p-1}{4-p} = 0 \quad \frac{1}{56} \quad \frac{1}{11} \quad \frac{1}{6} \quad \frac{2}{7} \quad \frac{2}{5} \quad \frac{1}{2} \quad 1 \quad \frac{3}{2} \quad 2 \quad \infty$$

Die Zahlen $\frac{1}{56}$, $\frac{1}{11}$, $\frac{1}{6}$, $\frac{2}{7}$, $\frac{2}{5}$ passen nicht gut. In der That sind die $\frac{1}{56}$, $\frac{2}{7}$, $\frac{2}{5}$ entsprechenden Formen der Beobachtung nach fraglich, die $\frac{1}{11}$, $\frac{1}{6}$ entsprechenden Formen sind sehr seltene.

Endlich giebt das äussere Stück dieser Zone:

$$G_2 : p = 4 \quad \frac{9}{2} \quad \frac{11}{2} \quad 7 \quad 10 \quad 13 \quad \infty$$
$$\frac{p-4}{3} = 0 \quad \frac{1}{6} \quad \frac{1}{2} \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad \infty$$

Die Reihe ist klar, nur die sehr seltene $\frac{1}{6}$ entsprechende Form ist etwas auffallend.

Nehmen wir jetzt die Zone (100) : (010). Wir können diese auch in einzelne Stücke theilen und diese separat untersuchen.

Das innere Stück bildet die Reihe:

$$G_2 : pq = -\frac{1}{2} \quad -\frac{3}{4}\frac{1}{4} \quad -\frac{4}{5}\frac{1}{5} \quad -\frac{7}{8}\frac{1}{8} \quad (10)$$
$$G_2' : pq = +1\frac{\bar{1}}{2} \quad +1\frac{\bar{1}}{4} \quad +1\frac{\bar{1}}{5} \quad +1\frac{\bar{1}}{8} \quad (10)$$
$$-\frac{2q+1}{3q} = \quad 0 \quad \frac{2}{3} \quad 1 \quad 2 \quad (\infty)$$

Auffallend ist, dass die ∞ entsprechende Form an diesem Pole nicht beobachtet wurde. Sonst ist die Reihe klar.

Das mittlere Stück giebt:

$$G_2 : pq = 1 \quad \frac{17}{8}1 \quad \frac{5}{2}1 \quad \frac{8}{3}1 \quad \frac{31}{10}1 \quad \frac{13}{4}1 \quad 40 \quad \frac{9}{2}1 \quad 51 \quad 71$$
$$\frac{p-1}{7-p} = 0 \quad \frac{3}{13} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{5}{13} \quad \frac{7}{13} \quad \frac{3}{5} \quad 1 \quad \frac{7}{5} \quad 2 \quad \infty$$
$$\frac{v}{1-v} = 0 \quad \frac{3}{10} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{5}{8} \quad \frac{7}{6} \quad \frac{3}{2} \quad \infty | 0 \quad \frac{2}{5} \quad 1 \quad \infty = v - 1.$$

Die Zahlen $\frac{3}{10}$, $\frac{5}{8}$, $\frac{7}{6}$ passen schlecht in die Reihe. Es wäre natürlicher anstatt dieser die den Zahlen $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$, 1 entsprechenden Formen $\frac{11}{5}1$, $\frac{19}{7}1$, 31 (G_2) zu erwarten. Alle drei Formen sind übrigens schlecht ausgebildet.

Das äussere Stück dieser Zone bildet die Reihe:

$$\begin{array}{llllllllllll} G_2 : pq = & 71 & \frac{17}{2}1 & \frac{37}{4}1 & \frac{23}{2}1 & 13\cdot1 & 16\cdot1 & \frac{41}{2}\cdot1 & 37\cdot1 & 58\cdot1 & \infty0 \\ \frac{1}{9}(p-7) = & 0 & \frac{1}{6} & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{2}{3} & 1 & \frac{3}{2} & \frac{10}{3} & \frac{17}{3} & \infty \end{array}$$

Die Reihe ist klar. Nur $\frac{10}{3}$ und $\frac{17}{3}$ sind complicirt. Die entsprechenden Formen 37·1, 58·1 sind wohl als Vicinale zum Prisma $\infty0$ anzusehen.

Die Zone $(100):(1\bar{1}1)$ kann in drei Stücke getheilt werden.

Das innere Stück giebt die Formen:

$$\begin{array}{llllllllllll} G_2 : pq = & 1 & \frac{22}{19}\frac{16}{19} & \frac{17}{14}\frac{11}{14} & \frac{11}{4}\frac{3}{4} & \frac{13}{10}\frac{7}{10} & \frac{11}{8}\frac{5}{8} & \frac{17}{11}\frac{5}{11} & \frac{8}{5}\frac{2}{5} & \frac{7}{4}\frac{1}{4} & \frac{13}{7}\frac{1}{7} & 20 \\ G_2' = & -2\bar{1} & -2\frac{\overline{16}}{19} & -2\frac{\overline{11}}{14} & -2\frac{3}{4} & -2\frac{7}{10} & -2\frac{\bar{5}}{8} & -2\frac{\bar{5}}{11} & -2\frac{\bar{2}}{5} & -2\frac{\bar{1}}{4} & -2\frac{1}{7} & -20 \\ \frac{-3q}{1+q} = & \infty & 16 & 11 & 9 & 7 & 5 & \frac{5}{2} & 2 & 1 & \frac{1}{2} & 0 \\ \frac{1}{2}(v-1) = & \infty & \frac{15}{2} & 5 & 4 & 3 & 2 & \frac{3}{4} & \frac{1}{2} & 0 & & \end{array}$$

Die schlecht passenden Zahlen $\frac{15}{2}$ und 5 entsprechen unsicheren Formen. Statt $\frac{3}{4}$ wäre zu erwarten 1, entsprechend $\frac{3}{2}\frac{1}{2}$ (G_2). Die Form war schlecht ausgebildet.

Das mittlere Stück bildet die Reihe:

$$\begin{array}{lllllllll} G_2 : pq = & -2\frac{1}{2} & -2\frac{5}{7} & -2\frac{7}{8} & -21 & -2\frac{11}{10} & -2\frac{5}{4} & -2\frac{7}{5} & -2 \\ \frac{q-\frac{1}{2}}{2-q} = & 0 & \frac{1}{6} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & \frac{2}{3} & 1 & \frac{3}{2} & \infty \end{array}$$

Das ganze Stück ist sehr gut und klar.

Das äussere Stück derselben Zone giebt:

$$\begin{array}{lllllllllll} G_2 : pq & -2 & -\frac{13}{5}2 & -\frac{7}{2}2 & -52 & -10\cdot2 & -\frac{35}{4}2 & -\frac{25}{2}2 & -17\cdot2 & -20\cdot2 & \infty \\ -\frac{p+2}{3} & 0 & \frac{1}{5} & \frac{1}{2} & 1/ & \frac{8}{3} & \frac{9}{4} & \frac{7}{2} & 5 & 6 & \infty \\ \frac{2}{5}(v-1) = & & & & 0 & \frac{2}{3} & \frac{1}{2} & 1 & \frac{8}{5} & 2 & \infty \end{array}$$

Hier ist nur die Zahl $\frac{8}{5}$, entsprechend $-17\cdot2$, auffallend. Die Form wurde nur einmal und schlecht ausgebildet beobachtet.

Die folgende Zone $(1\bar{1}1):(3\bar{1}\bar{1})$ giebt noch ein prachtvolles Beispiel. Hier liegen einige höchst seltene Formen, und doch sieht man, dass diese in sehr regelmässiger Reihe einander folgen. Hier habe ich die folgenden Formen beobachtet:

$$\begin{array}{lllllllllll} G_2 : pq = & \bar{2} & \frac{\overline{20}}{7}\frac{8}{7} & \frac{\bar{7}}{2}\frac{1}{2} & 41 & 42 & 4 & \frac{11}{2}4 & 47 & 10\cdot4 & \infty \\ G_2' : pq = & 4\bar{2} & 4\frac{\bar{8}}{7} & 4\frac{\bar{1}}{2} & 41 & 42 & 4 & 4\frac{11}{2} & 47 & 4\cdot10 & \infty \\ \frac{q+2}{1-q} = & 0 & \frac{2}{5} & 1 & \infty \mid 0 & \frac{1}{3} & 1 & \frac{3}{2} & 2 & 3 & \infty = \frac{q-1}{3} \end{array}$$

Hier ist nur die Zahl $\frac{2}{5}$ etwas auffallend. Das entsprechende $-\frac{20}{7}\frac{8}{7}$ ist eine seltene Form.

Die folgende Zone $(1\bar{1}1):(2\bar{1}\bar{1})$ giebt gute Zahlen, obgleich alle Formen in dieser Zone sehr selten und schlecht sind. Für die Discussion nehmen wir G_1 an und haben:

$$G_1 : pq = -20 \quad -2\tfrac{3}{7} \quad -2\tfrac{3}{5} \quad -2\tfrac{2}{3} \quad -2\tfrac{3}{4} \quad -21 \quad -2\tfrac{3}{2} \quad -2\tfrac{9}{5} \quad -2 \quad 23 \quad 25 \quad 26 \quad 2\tfrac{15}{2} \quad 0\infty$$

$$\frac{q}{3-q} = 0 \quad \tfrac{1}{6} \quad \tfrac{1}{4} \quad \tfrac{2}{7} \quad \tfrac{1}{3} \quad \tfrac{1}{2} \quad 1 \quad \tfrac{3}{2} \quad 2 \quad \infty | 0 \quad \tfrac{2}{3} \quad \tfrac{3}{2} \quad \infty = \frac{q-3}{3}$$

$$\frac{2v}{1-2v} = 0 \quad \tfrac{1}{2} \quad 1 \quad \tfrac{4}{3} \quad 2 \quad \infty$$

Am wenigsten passt $\frac{4}{3}$. Doch halte ich die entsprechende Form $-2\frac{2}{3}$ für sicher.

Die Reihe der Pyramiden der zweiten Art ist, wenn wir sie alle zusammennehmen:

$$G_2 : pq = 0 \quad \tfrac{1}{3}0 \quad \tfrac{6}{11}0 \quad 10/ \quad \tfrac{15}{14}0 \quad \tfrac{5}{4}0 \quad 20 \quad 60 \quad \infty 0$$

$$\frac{p}{1-p} = 0 \quad \tfrac{1}{2} \quad \tfrac{6}{5} \quad \infty | 0 \quad \tfrac{1}{14} \quad \tfrac{1}{4} \quad 1 \quad 5 \quad \infty = p - 1.$$

Hier sind die den complicirten Zahlen $\frac{6}{5}$ und $\frac{1}{14}$ entsprechenden Formen $\frac{6}{11}0$ und $\frac{15}{14}0$ als schlechte zu bezeichnen. Die 5 entsprechende Form 60 ist unsicher.

Der analoge Pol ist viel formenärmer.

Das äussere positive Stück der Zone der trigonalen Pyramiden bildet die Reihe:

$$G_2 : p = 1 \quad \tfrac{5}{2} \quad \tfrac{17}{4} \quad \infty$$

$$\tfrac{1}{3}(p-1) = 0 \quad \tfrac{1}{2} \quad \tfrac{13}{12} \quad \infty$$

Anstatt der complicirten Zahl $\frac{13}{12}$, entsprechend der fraglichen Form $\frac{17}{4}$ (G_2), ist 1, entsprechend der am antilogen Pol wichtigen Form $4\,(G_2) = \{\bar{3}11\}$ zu erwarten; die Messungen sind aber zu unsicher, um das festzustellen.

Das innere Stück giebt die Reihe:

$$G_2 : p = 1 \quad \tfrac{1}{4} \quad 0 \quad -\tfrac{1}{2} \quad -\tfrac{11}{10} \quad -2$$

$$\frac{1-p}{2-p} = 0 \quad \tfrac{1}{3} \quad \tfrac{1}{2} \quad 1 \quad \tfrac{7}{3} \quad \infty$$

Die Zahl $\frac{7}{3}$ passt nicht in die Reihe. Die entsprechende Form $-\frac{11}{10}$ ist nur einmal und als sehr schlecht ausgebildete Fläche beobachtet. Wahrscheinlicher wäre die Zahl 2, welche der am antilogen Pol wichtigen Form $-1 = \{\bar{2}1\bar{2}\}$ entspricht.

Das äussere negative Stück der Zone bildet die Reihe:

$$G_2 : p = -2 \quad -\tfrac{5}{2} \quad -\tfrac{11}{4} \quad -\tfrac{7}{2} \quad -\tfrac{9}{2} \quad -7 \quad -\tfrac{19}{2} \quad -11 \quad \infty$$

$$-\tfrac{2}{3}(p+2) = 0 \quad \tfrac{1}{3} \quad \tfrac{1}{2} \quad 1 \quad \tfrac{5}{3} \quad \tfrac{10}{3} \quad 5 \quad 6 \quad \infty$$

$$\tfrac{1}{2}(v-1) = 0 \quad \tfrac{1}{3} \quad \tfrac{7}{6} \quad 2 \quad \tfrac{5}{2} \quad \infty$$

Hier ist die Zahl $\frac{7}{6}$ schlecht passend. Es wäre 1, entsprechend der Form $-\frac{13}{2}\,(G_2) = \{\bar{5}8\bar{5}\}$ zu erwarten.

In der Zone $(\bar{1}00):(0\bar{1}0)$ bildet das innere Stück die Reihe:

$$G_2 : pq = 1 \quad 1\tfrac{1}{4} \quad 10 \quad -\tfrac{7}{8}\tfrac{1}{8} \quad -\tfrac{1}{2}$$

$$G_2' : pq = 1 \quad 1\tfrac{1}{4} \quad 10 \quad 1\tfrac{\bar{1}}{8} \quad 1\tfrac{\bar{1}}{2}$$

$$\frac{1-q}{1+2q} = 0 \quad \tfrac{1}{2} \quad 1 \quad \tfrac{3}{2} \quad \infty$$

Die Reihe ist klar. — Der mittlere Theil der Zone giebt:

$G_2 : pq =$	1	$1\frac{6}{5}$	$1\frac{14}{11}$	$1\frac{4}{3}$	$1\frac{8}{5}$	12	$1\frac{17}{8}$	$1\frac{16}{7}$	$1\frac{5}{2}$	$1\frac{14}{5}$	$1\frac{31}{10}$	$1\frac{7}{2}$	14
$\frac{2q-2}{4-q} =$	0	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{6}{5}$	$\frac{3}{2}$	2	3	$\frac{14}{3}$	10	∞
Spalt.: $=$	0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	1	∞ | 0	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$	1	2	$\frac{11}{3}$	9	∞

Hier sind die Zahlen $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{5}$ und $\frac{11}{3}$ 9 unklar. Von den entsprechenden Formen ist die zweite fraglich, die anderen sind sehr schwach.

Das äussere Stück dieser Zone bildet die Reihe:

$G_2 : pq =$	41	$\frac{19}{4}1$	51	71	$\frac{17}{2}1$	$\frac{44}{5}1$	10·1	13·1	19·1	$\frac{41}{2}$·1	37·1	52·1	∞
$\frac{p-4}{7-p} =$	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	∞									
$\frac{p-7}{3} =$				0	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{5}$	1	2	4	$\frac{9}{2}$	10	15	∞

Hier sind nur die Zahlen $\frac{9}{2}$, 10, 15 auffallend. Von den entsprechenden Formen liegen die zwei letzten zu nahe an ∞, um sicher zu sein.

In der Zone $(\bar{1}00):(\bar{1}11)$ liegen an diesem Pole nur die Formen:

$G_2 : pq =$	31	$\frac{13}{7}\frac{1}{7}$	$-2\frac{1}{2}$	-2
$G_2' : pq =$	$-2\bar{1}$	$-2\frac{\bar{1}}{7}$	$-2\frac{\bar{1}}{2}$	-2
$\frac{q+1}{2-q} =$	0	$\frac{3}{5}$	1	∞

Die Zahl $\frac{3}{5}$ ist nicht besonders schlecht. Im äusseren Stücke dieser Zone liegt nur die fragliche Form $-\frac{3}{14}2$, welche wahrscheinlich eine Vicinale zu -2 ist.

Endlich geben die positiven Prismen:

$G_2 : \frac{p}{q}\infty =$	∞	$\frac{5}{4}\infty$	$\frac{3}{2}\infty$	2∞	3∞	$\infty 0$
$\frac{p}{q} - 1 =$	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	2	∞

Die Reihe ist klar. — Die negativen Prismen bilden die Reihe:

$G_2 : \frac{p}{q}\infty =$	∞	$\frac{5}{4}\infty$	$\frac{4}{3}\infty$	2∞	4∞	7∞	8∞	9∞	13∞	$\infty 0$
$\frac{p}{q} - 1 =$	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	1	3	6	7	8	12	∞

Hier sind die hochzahligen Symbole auffallend; diese gehören zu sehr schwachen Formen, dazu liegen vier derselben in einem Winkelraume von 3°.

Wenn wir jetzt im Allgemeinen die Formentabelle beurtheilen, so müssen wir sagen, dass die Formen sehr normale Reihen bilden und dass wir diese Erscheinung einestheils als Beweis der Richtigkeit der Bestimmung der Formen betrachten können, anderentheils ist sie ein guter Beweis, dass die Entwickelung der Formen denselben Gesetzen entspricht, welche Herr Prof. Goldschmidt in seinen Arbeiten hergeleitet hat.

Symmetrie des Turmalins.

Ueber die Frage, zu welcher Klasse der Turmalin gehört, existiren verschiedene Meinungen unter den Mineralogen. Die ersten Autoren haben schon den Turmalin als Beispiel der ditrigonal-pyramidalen Klasse bezeichnet. Doch sind später einzelne Arbeiten erschienen, deren Verfasser den Turmalin nicht als ein zur ditrigonal-pyramidalen Klasse, sondern zur hemimorph-tetartoëdrischen Klasse gehöriges Mineral betrachten[1]). Um über diese Frage zu sprechen, werden wir zunächst die Arbeiten, welche mit dieser Aufgabe zu thun haben, kurz durchgehen.

Der Erste, welcher den Turmalin als tetartoëdrisches Mineral bezeichnet hat, war M. Jeroféjew. Er hat diese Meinung in seiner grossen Monographie über russische Turmaline ausgesprochen. Glücklicherweise aber giebt er die Abbildungen von zwei Krystallen (der erste von Tamella-Finnland, der zweite von Schaitanka-Ural), welche nach seiner Meinung deutlich tetartoëdrisch ausgebildet sind, so dass wir auch die Symmetrie dieser Krystalle verfolgen können. Wie die Abbildungen zeigen, sind beide Krystalle sehr stark verzerrt. Von diesen zeigt der erste (Fig. 15 seiner Monographie) drei Flächen von $\{100\}$, dann die sehr stark ausgebildeten und dadurch vollständig herrschenden Flächen von $\{101\}$, drei sehr kleine Flächen von $\{1\bar{1}1\}$, zwei sehr stark ausgebildete Flächen von $\{2\bar{1}1\}$, eine ziemlich grosse Fläche von $\{2\bar{3}2\}$, zwei Flächen von $\{2\bar{1}0\}$ und endlich eine sehr gross ausgebildete Fläche von $\{7\bar{5}5\}$. Daraus, dass die Flächen von $\{2\bar{1}1\}$ und $\{2\bar{1}0\}$ im Verhältniss zur Fläche $\{101\}$ symmetrisch ausgebildet sind, also eine links, die andere rechts liegt, die einzige vorhandene Fläche der Form $\{7\bar{5}5\}$ aber nur links liegt, schliesst Verfasser, dass diese Form tetartoëdrisch ausgebildet ist, und giebt ihr das Symbol $-\frac{r}{l}\,\frac{\frac{12}{7}P6}{4}$. Nun sehen wir aber ganz deutlich aus der Zeichnung, dass der Krystall sehr verzerrt ist; die Form $\{2\bar{3}2\}$ ist nur durch eine Fläche vertreten, die Formen $\{2\bar{1}0\}$ und $\{2\bar{1}1\}$ nur durch je zwei Flächen. Es ist daher das Einfachste, anzunehmen, dass das Auftreten nur einer einzigen Fläche von $\{7\bar{5}5\}$ lediglich das Resultat der Verzerrung des Krystalles und nichts Anderes ist. Wenn wir eine solche Erscheinung für geeignet halten wollten, um das Mineral als tetartoëdrisch zu bezeichnen so könnten wir auch bei jedem anderen Mineral einen verzerrten Krystal,

1) In vielen Arbeiten über diese Frage ist ein Fehler, welchen schon Traube (l. c.) bemerkt hat: würden nämlich am Turmalin, welcher Hemimorphie in der Richtung der c-Axe zeigt, in der That Pyramiden dritter Ordnung auftreten, so darf dieses Mineral nicht als rhomboëdrisch-tetartoëdrisch aufgefasst werden, sondern als hemimorph-tetartoëdrisch oder trigonal-pyramidal (wie Natriumperjodat).

finden, an dem irgend eine der Formen nur durch eine Fläche vertreten ist, und dann denselben Schluss ziehen. Unter den von mir untersuchten Turmalinen von Ceylon könnte ich ganze Reihen von Krystallen namhaft machen, an denen viele Formen diese Erscheinung zeigen, z. B. solche, wo die Form $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ mit ein, zwei, drei, vier, fünf und endlich vollständig mit sechs Flächen ausgebildet ist. Dasselbe kommt bei den Formen $\{2\bar{1}0\}$, $\{3\bar{2}0\}$ u. s. w. vor. Dasselbe könnten wir bei Betrachtung eines einigermassen reichen Materials von verzerrten Krystallen, z. B. am Calcit, ebenso finden.

Der zweite Krystall (Nr. 1 in Jeroféjew's Monographie) ist noch verzerrter, so dass er überhaupt ganz sonderbar aussieht. Hier scheint nach der Zeichnung an dem antilogen Pole nur $\{111\}$ ausgebildet zu sein und eine sehr kleine Fläche von $\{100\}$. Der analoge Pol ist flächenreicher. Hier finden wir eine grosse Fläche von $\{\bar{1}00\}$, während die anderen zwei vollständig fehlen, dann drei Flächen von $\{\bar{2}10\}$, von welchen zwei ungewöhnlich gross sind, so dass sie die herrschenden an diesem Pole sind, und die dritte ganz klein ist, dann zwei Flächen von $\{\bar{3}10\}$, zwei Flächen von $\{\bar{7}10\}$ und eine von $\{\bar{7}20\}$. Die zwei Flächen von $\{\bar{7}10\}$ sind unsymmetrisch zur Fläche $\{\bar{1}00\}$; sie liegen in zwei verschiedenen Sextanten und beide links von $\{\bar{1}00\}$. Die Form $\{\bar{7}20\}$ erscheint überhaupt nur mit einer einzigen Fläche. Jeroféjew findet, dass diese beiden letzten Formen tetartoëdrisch ausgebildet sind. Bei dem vorliegenden Krystalle ist dieser Schluss noch unnatürlicher. Wenn eine so wichtige Form, wie $\{\bar{1}00\}$, nur eine Fläche hat, und zwei andere ganz fehlen, so ist es nichts Besonderes, dass von sechs Flächen einer so seltenen Form, wie $\{\bar{7}20\}$, nur eine auftritt, und von der Form $\{\bar{7}10\}$, welche ebenfalls sehr selten ist, nur zwei Flächen ausgebildet sind. Der Krystall kann im Allgemeinen als ein besonders ausgezeichnetes Beispiel einer merkwürdig stark ausgebildeten Verzerrung dienen.

Vorstehendes ist Alles, was M. Jeroféjew als Beweis der Tetartoëdrie des Turmalins giebt. Es ist wohl nicht gerechtfertigt, auf Grund von zwei verzerrten Krystallen unter einer so grossen Sammlung von Turmalinen, wie sie M. Jeroféjew unter den Händen gehabt hat, einen so allgemeinen Schluss zu ziehen.

Im Jahre 1884 publicirte R. H. Solly seine Arbeit »On the Tetartohedral Development of a Crystall of Tourmaline«. Er untersuchte einen Krystall von Pierrepont, New York, welcher in der Sammlung in Cambridge sich befindet. Derselbe ist sehr gross (Gewicht 315 Gramm), zeigt, wie das bei Pierrepont-Krystallen gewöhnlich ist, beide Enden sehr gut ausgebildet und zwar an dem antilogen Pole $\{1\bar{1}\bar{1}\}$, $\{100\}$, $\{3\bar{2}0\}$, an dem analogen $\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$. Die Form $\{3\bar{2}0\}$ ist tetartoëdrisch ausgebildet, es liegen nämlich alle drei Flächen rechts von $\{100\}$. Ich habe viele Kry-

stalle von Pierrepont in den verschiedenen Sammlungen durchgesehen und habe nie einen zweiten derartig tetartoëdrisch ausgebildeten Krystall gefunden, wie der von Solly. Im Allgemeinen sind die Flächen von $\{3\bar{2}0\}$ regelmässig rechts und links ausgebildet. Uebrigens findet Solly selbst, dass die von ihm beobachtete Erscheinung nichts Besonderes beweist, und sagt: »I have examined several crystals from Pierrepont in different collections; the planes $\{3\bar{2}0\}$ are fairly common in these crystals, but that of the Cambridge collection is the only one in which three planes of the form alone exist; generally it seems as if six planes occurred together at one end of the axis.«

Die umfangreichsten Arbeiten über diese Frage hat Ramsay publicirt. In der ersten derselben untersucht er hauptsächlich die Turmaline von Ramfos und Snarum. Diese Krystalle haben ganz einfache Combination, nämlich am analogen Pole $\{\bar{1}00\}$, $\{\bar{1}0\bar{1}\}$, $\{\bar{1}1\bar{1}\}$, am antilogen $\{100\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{2\bar{1}1\}$, $\{2\bar{1}0\}$ und $\{3\bar{2}0\}$. Die Prismen sind: $\{\bar{2}11\}$, $\{\bar{3}21\}$, $\{1\bar{1}0\}$ und selten $\{2\bar{1}\bar{1}\}$.

Besonders deutlich zeigt nach der Meinung des Verfassers die Asymmetrie des Turmalins die Form $\{2\bar{1}1\}$, also ist es für uns interessant, diese Form zu untersuchen. Unter 175 Krystallen hat Ramsay diese Form an sechs Krystallen gefunden, und zwar an fünf von diesen in asymmetrischer Ausbildung. Er giebt in seiner Arbeit die Abbildung dieser Krystalle. Wie wir aus den Zeichnungen sehen können, sind dieselben sehr verzerrt, so dass die Form $\{2\bar{1}1\}$ an einem Krystalle nur durch eine Fläche vertreten ist, an allen übrigen durch zwei Flächen. An einem dieser Krystalle ist die Form $\{2\bar{1}1\}$ symmetrisch an beiden Seiten einer Fläche von $\{100\}$ ausgebildet, also bleiben nur drei Krystalle, welche $\{2\bar{1}1\}$ unsymmetrisch zeigen; zwei von diesen haben die linke Form $\{2\bar{1}1\}$, einer die rechte $\{2\bar{1}1\}$.

Schon aus dieser Beschreibung sieht man, wie künstlich es ist, diese Krystalle als asymmetrische zu bezeichnen, und dass es viel natürlicher wäre, diese Erscheinungen durch Verzerrung der Krystalle zu erklären. Dasselbe zeigen die anderen Formen. Der Krystall, welcher nur eine Fläche von $\{2\bar{1}1\}$ besitzt, hat vier Flächen von $\{3\bar{2}0\}$, von welchen jedes Paar symmetrisch zu der Fläche $\{100\}$ liegt. Der Krystall, welcher zwei symmetrisch liegende Flächen von $\{2\bar{1}1\}$ hat, besitzt nur eine Fläche von $\{3\bar{2}0\}$. Von den anderen hat keiner alle sechs Flächen von $\{3\bar{2}0\}$. Hieraus ist wieder zu ersehen, dass alle diese Erscheinungen lediglich das Resultat der Verzerrung sind und kein Schluss über die Symmetrie daraus zu ziehen möglich ist. Wie erklärt aber der Verfasser den einzigen Krystall, welcher zwei symmetrisch liegende Flächen von $\{2\bar{1}1\}$ hat? Er nimmt einfach an, dass dieser Krystall ein Zwilling ist.

In seiner zweiten Arbeit beschreibt er die Turmaline von Snarum und

findet, dass von diesen 16 % der von ihm untersuchten Krystalle die Form $\{3\bar{2}\bar{1}\}$[1]) unsymmetrisch ausgebildet zeigen.

Die Erklärung dieser Erscheinung ist natürlich gleich der, welche ich schon in Bezug auf die erste Arbeit gegeben habe.

Viel wichtiger ist ein anderer Grund für seine Annahme, nämlich die Beobachtungen an den Aetzfiguren auf den Flächen des Turmalin. Ramsay konnte keine künstlichen Aetzfiguren erhalten und hat die natürlichen Aetzfiguren beobachtet, was selbstverständlich denselben Werth hat. Nach seiner Beschreibung mit den beigegebenen Abbildungen sind die Aetzfiguren deutlich asymmetrisch. Bemerkenswerth ist aber, dass diese Beobachtung die einzige ist, welche in der Literatur sich vorfindet, und dass der Verfasser selbst sagt, dass die Aetzfiguren keine besonders deutlichen seien.

Stellen wir jetzt dieser Beobachtung die Untersuchungen gegenüber, bei denen andere Verfasser mit Hülfe der Aetzfiguren diese Aufgabe zu lösen versucht haben. In dieser Beziehung ist die älteste Arbeit die von H. Baumhauer, welcher einen Krystall von Turmalin mit geschmolzenem Aetzkali geätzt hat. Er hat Aetzfiguren auf den Flächen von $\{100\}$ erhalten, welche in der Richtung der kürzeren Diagonale symmetrisch waren, nämlich dreiseitige Vertiefungen, welche an der Spitze oben einen sehr kleinen Winkel haben. Auf den Flächen von $\{1\bar{1}0\}$ hat er natürlich unsymmetrische Aetzfiguren erhalten, welche ebenfalls dreiseitige Vertiefungen sind. Auf zwei nebeneinanderliegenden Flächen von $\{1\bar{1}0\}$ sind aber die Aetzfiguren umgekehrt zu einander orientirt, so dass sie in der Richtung der Zone $[111, 1\bar{1}1]$ zu einander symmetrisch sind. Im Allgemeinen also entsprechen die betreffenden Aetzfiguren genau den Symmetrieverhältnissen der ditrigonal-pyramidalen Klasse.

Einen weiteren wichtigen Beitrag zu dieser Frage lieferte H. Traube, welcher die Elbaner Turmaline geätzt hat (als Aetzmittel diente wieder Kalilauge). Auf der Basis erschienen vollständig symmetrische »dreieckige Eindrücke und dreiseitige Pyramiden; die Dreiecke waren gleichseitig und die Pyramiden ihrer Lage nach Rhomboëder erster Ordnung. Die Aetzfiguren auf den beiden Basisflächen konnten durch eine Drehung von 120° um eine Zwischenaxe mit einander zur Deckung gebracht werden«. Auf den Flächen von $\{100\}$ hat Verf. ebenfalls »monosymmetrische, ihrer Symmetrieebene nach parallel der kürzeren Diagonale der Rhomboëder; meist konnte man nur gleichschenkelige Dreiecke mit einem stumpfen Winkel an der Spitze von 100—110° beobachten«. Auf den Flächen des zweiten Prismas sind die Aetzfiguren viel undeutlicher. Im Allgemeinen ergiebt sich somit aus den Aetzfiguren auf der Basis, Rhomboëder und Flächen

1) Oder $\{\bar{3}21\}$; leider giebt Verf. nur die bei der Discussion solcher Fragen ganz unbequemen Naumann'schen Symbole und nur bisweilen dazu die Bravais'schen, so dass es manchmal recht unklar ist, welche Form von beiden der Verf. meint.

des zweiten Prismas, dass der Turmalin zu der ditrigonal-pyramidalen Klasse gehört.

Endlich die letzte mir bekannte Arbeit ist die von T. Walker. Er untersuchte die Aetzfiguren an Schliffen parallel $\{111\}$ und kommt zu demselben Schlusse, dass die Aetzfiguren auf beiden Pinakoiden vollständig symmetrisch sind, und giebt dazu die Abbildungen dieser Figuren.

Wie man aus dieser Zusammenstellung ersieht, zweifeln nur sehr wenige Verfasser an der Zugehörigkeit des Turmalin zur ditrigonal-pyramidalen Klasse. Wenn wir von diesen Jeroféjew und Solly ausschliessen, weil sie die Tetartoëdrie des Turmalin gar nicht beweisen wollen, sondern nur die Möglichkeit aussprechen, dass Turmalin tetartoëdrisch sei, so bleibt Ramsay als der Einzige, welcher die Tetartoëdrie des Turmalin beweisen will. Wie wir aber gesehen haben, sind die Erscheinungen, welche er erwähnt, theilweise hierfür ungenügend, theilweise aber, wie es scheint, vom Verfasser nicht richtig erklärt.

Wie alle übrigen Autoren, habe auch ich bei dem Studium des Turmalins keine Erscheinungen gefunden, welche die Tetartoëdrie desselben beweisen könnten. Ich habe hierbei meine Aufmerksamkeit sowohl auf die allgemeine Ausbildung der Krystalle und deren Combinationen, als auch auf die Aetzfiguren und auf die allgemeinen Wachsthumserscheinungen und die Beschaffenheit der Flächen gerichtet. Alle diese Erscheinungen zeigen keine Asymmetrie.

Bisweilen sind verzerrte Krystalle scheinbar recht unsymmetrisch, niemals aber lässt sich eine Gesetzmässigkeit auffinden. An einem Krystalle fehlen alle rechten Flächen von $\{3\bar{2}0\}$ oder $\{2\bar{1}1\}$, an anderen sind im Gegentheil nur rechte Flächen vorhanden. Solche Krystalle sind aber sehr selten und können nur als zufällige Ausbildungsweisen betrachtet werden. Die Mehrzahl der Krystalle hat beide Formen ausgebildet. Betrachten wir die Krystalle, welche nicht besonders verzerrt sind, wie z. B. die von Gouverneur. Hier sind gewöhnlich alle sechs Flächen von $\{3\bar{2}0\}$ gleich stark ausgebildet. Dasselbe ist mit der Form $\{2\bar{1}1\}$ der Fall, wenn sie an solchen Krystallen vorkommt, welche nicht besonders verzerrt sind, wie z. B. die Krystalle von Brasilien, vom Dorfe Lipowaja, von Pierrepont u. s. w. Sehr oft sehen wir, wenn alle sechs Flächen von $\{2\bar{1}1\}$ oder $\{3\bar{2}0\}$ vorhanden sind, dass zwei oder eine rechte Fläche stark ausgebildet und ebenso eine oder zwei linke, die anderen untergeordnet sind. Die übrigen Formen zeigen dasselbe. Z. B. habe ich die Form $\{\bar{2}10\}$, welche an dem analogen Pole so oft vorkommt, nie tetartoëdrisch ausgebildet beobachtet.

Die anderen Formen sind zu selten mit vielen Flächen ausgebildet, nur die Formen $\{2\bar{1}0\}$, $\{2\bar{2}1\}$ haben bisweilen drei, vier Flächen an demselben Krystalle, ohne dass irgend eine Gesetzmässigkeit zu erkennen wäre.

Auf Grund der Combinationen konnte ich also, obgleich ich viele

hundert Krystalle von vielen Vorkommen durchgesehen habe, keinen Beweis für die Tetartoëdrie finden.

Was die Wachsthumserscheinungen und die Ausbildung der Flächen anbelangt, so sind alle diese Erscheinungen vollständig symmetrisch. Wenn die Flächen einer Form matt oder angefressen erscheinen, so sind entweder alle sechs Flächen der ditrigonalen Pyramide vollständig matt, oder aber es sind nebeneinanderliegende matt, so dass wieder keine Asymmetrie in der Ausbildung zu beobachten ist. Sehr viele Krystalle zeigen alle sechs Flächen von $\{2\bar{1}1\}$, auch $\{3\bar{2}0\}$, vollständig matt. Besonders aber interessant sind die Flächen von $\{2\bar{1}2\}$; wie schon früher beschrieben wurde (s. S. 307), sind diese mit ganz eigenthümlichen Wachsthumshügeln bedeckt (Fig. 41—43, Taf. XI), und die seitlichen Begrenzungen dieser Hügel gehören den Flächen von $\{101\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{3\bar{1}1\}$, $\{7\bar{2}1\}$ an. Die letzten beiden Formen sind für uns wichtig, nämlich um zu untersuchen, ob die Flächen links und rechts zu derselben Form gehören, dann ob die Flächen $\{3\bar{1}1\}$ und $\{7\bar{2}1\}$ links und rechts gleiche Ausbildung und gleiche Flächenbeschaffenheit haben, und endlich ob die Reflexbilder von diesen Flächen gleich sind. Die Beobachtungen erwiesen, dass, wenn ein Hügel von einer Seite, z. B. rechts, mit einer Fläche von $\{7\bar{2}1\}$ abgegrenzt ist, wir dann links auch eine Fläche von $\{7\bar{2}1\}$ beobachten. Dazu sind die Signalbilder immer gleich scharf oder gleich schwach. Ueberhaupt also sind diese Wachsthumshügel vollständig symmetrisch gebaut.

Die Beobachtung der Wachsthumsindividuen auf den Flächen von $\{100\}$ und $\{1\bar{1}1\}$ kann man nicht zu Schlüssen benutzen, weil, wie schon früher beschrieben ist (s. S. 291, 294), die Flächen dieser keine wirklichen Krystallflächen sind, sondern, wenn aus unregelmässig abgelagerten Schichten bestehend, unsymmetrisch erscheinen, obgleich sie aus symmetrischen Schichten aufgebaut sind.

Am Interessantesten war es aber, die Aetzfiguren zu studiren, weil an vielen Krystallen sich wunderbar scharfe natürliche Aetzfiguren finden. Alle Beobachtungen sind mit Hülfe des Illuminators ausgeführt, weil die Beobachtungen im schief reflectirten Lichte sehr unbequem und ungenau sind.

Die Aetzfiguren auf beiden Pinakoiden erwiesen sich vollständig symmetrisch. In dieser Beziehung ist ein Krystall, Nr. 20, besonders interessant. Er zeigt auf der Basis $\{111\}$ Aetzfiguren, welche in Fig. 46, Taf. XI, abgebildet sind. Jede Aetzfigur bildet eine trianguläre Vertiefung, welche von drei Flächen begrenzt ist. Bei der Messung der Zone [100, 111] liefert der negative Theil der Zone ein ziemlich scharfes Reflexbild von einer Fläche der Vertiefung, welches in der Zone sehr gut justirt liegt. Die Messungen zeigen (s. S. 303), dass die Flächen der Form $\{212\}$ angehören, und also ist jede Figur vollständig symmetrisch. Wie es scheint,

sind noch die Combinationskanten von $\{212\}$ durch die Flächen $\{133\}$ abgestumpft.

Ausser dieser Art der Aetzfiguren habe ich an einigen Krystallen noch andere auf $\{111\}$ beobachtet, nämlich solche, wo jede Vertiefung durch drei Flächen von $\{100\}$ begrenzt ist, wie es charakteristisch für die Aetzfiguren auf der Fläche von $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ ist. Es ist aber hier manchmal schwer zu sagen, ob wir es hier nicht mit dem Resultate von Schichtenbaustructur nach drei Flächen von $\{100\}$ zu thun haben. Nämlich wenn ein Krystall von Schichten parallel (100) aufgebaut ist, so können kleine leere Räume übrigbleiben, mit dreieckigem Habitus, welche den Aetzfiguren ganz ähnlich sind. Einige Krystalle zeigen diese Erscheinung sehr deutlich. Die Aetzfiguren auf der Fläche von $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ sind ebenfalls ganz symmetrisch und durch die Flächen $\{\bar{1}00\}$ begrenzt (Krystall Nr. 80, s. Fig. 47, Taf. XI).

Aetzfiguren auf den Flächen von $\{100\}$ sind ebenfalls sehr oft zu beobachten. Sie sehen so aus, wie Fig. 48, Taf. XI zeigt. Sie sind oben von einer Fläche a begrenzt, welche einer steileren, als der primären, trigonalen positiven Pyramide angehört, auf den Seiten von zwei symmetrischen Flächen einer ditrigonalen Pyramide $(a_1 - a_1)$. Diese Figuren sind also vollständig symmetrisch in der Richtung der kurzen Diagonale von (100). Die Aetzfiguren sind bisweilen nicht so verlängert, wie die in der Fig. 48 abgebildeten, gewöhnlich sehen sie aber so aus.

Auf den Flächen von $\{1\bar{1}1\}$ sind die Aetzfiguren solche, wie Fig. 49, Taf. XI, zeigt. Hier sind sie wieder in einer Richtung vollständig symmetrisch.

Aetzfiguren auf dem Prisma $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ habe ich öfters beobachtet; sie sind aber sehr klein und erlauben keine besonders genauen Beobachtungen. Man sieht jedoch deutlich, dass sie den Figuren auf der Fläche von $\{100\}$ ähnlich aussehen, aber noch mehr verlängert sind, und ihre Spitze ist immer in die Richtung zum analogen Pole orientirt. Noch schlechter sind die Aetzfiguren auf den Flächen von $\{1\bar{1}0\}$; sie sind aber scheinbar den von H. Baumhauer beobachteten ganz ähnlich.

Alle diese Erscheinungen zeigen, wie ich glaube, deutlich genug, dass von einer Zugehörigkeit des Turmalins zu der ogdoëdrischen Klasse keine Rede sein kann; sie beweisen im Gegentheil, dass der Turmalin, wie das von fast allen Verfassern seit vielen Jahren angenommen ist, zu der ditrigonal-pyramidalen Klasse gehört.

Am Schlusse habe ich die angenehmste Pflicht, meinem hochgeehrten Lehrer, Herrn Professor Groth, unter dessen permanenter Leitung diese Arbeit ausgeführt wurde, für dessen werthvolle Rathschläge, welche ich bei der Untersuchung immer benutzt habe, und endlich für alle seine Mühe beim Durchlesen des Manuscriptes und bei den Correcturen, meinen besten, herzlichsten Dank auszusprechen. Einen nicht minder grossen An-

theil an derselben hat Herr Dr. Grünling genommen, von welchem ja das hauptsächlichste Material der Arbeit zusammengebracht worden ist.

Den gleichen Dank möchte ich ferner dem hochgeehrten Herrn Professor Goldschmidt (in Heidelberg), welcher mit grösster Liebenswürdigkeit mit mir zusammen alle Rechnungen für die Bestimmung der Wahrscheinlichkeit der Formen (s. S. 441—446) gemacht und später diese Kapitel gründlich durchgesehen und corrigirt hat, aussprechen.

Weiter macht es mir grosses Vergnügen, Herrn Seligmann in Coblenz für die Liebenswürdigkeit, mit welcher er die Abtheilung des Turmalins in seiner prachtvollen Sammlung mir für die Bearbeitung zur Verfügung gestellt hat, und welche mir so wichtig für die Pyroëlektricitätsuntersuchungen war, zu danken. Dieselbe Liebenswürdigkeit haben mir Herr Prof. Wülfing in Hohenheim und Herr E. v. Romanowsky in St. Petersburg gezeigt, welchen ich zum grössten Danke verpflichtet bin.

Endlich möchte ich dem Herrn Prof. Zemjatschensky in St. Petersburg den besten Dank erstens für die Erlaubniss, die ganze Sammlung des Herrn Jeroféjew im Museum der Universität zu St. Petersburg durchzustudiren, zweitens für die Liebenswürdigkeit, mit welcher er dieses Jahr eine Anzahl Turmaline vom Dorfe Lipowaja, während seiner Reise am Ural, für mich gesammelt hat, aussprechen.

Berichtigungen:

S. 279 Z. 10 v. u. lies: »$\frac{8}{3}$1« st. »$\frac{8}{5}$1«.
- 285 - 19 v. u. ergänze: {4$\bar{1}$4}.
- 301 - 7 v. u. lies: »drei Krystallen« st. »zwei Krystallen«.
- 305 - 8 v. u. - »{4$\bar{1}$4}« st. »{414}«.
- 314 - 6 v. o. - »23« st. »25«.
- 323 - 2 v. u. - »S. 419—421« st. »S. 265«.

XVII. Chrysoberyllzwilling von Ceylon.

Von

V. Goldschmidt und **H. Preiswerk** in Heidelberg.

(Hierzu Taf. XV, Fig. 1—4 und 2 Textfiguren.)

Gegenstand dieser Untersuchung bildet ein von Prof. C. Schmidt in Basel aus Ceylon mitgebrachter Chrysoberyllzwilling von ausgezeichneter Ausbildung. Seine Messung brachte mehrere neue Formen, und das gnomonische Bild zeigte interessante Beziehungen zwischen den beiden Individuen, eine schöne Illustration zur Theorie der Zwillingsbildung.

Der Krystall ist von weingelber Farbe, 11 mm lang, 6 mm breit, 5 mm dick.

Beobachtete Formen in Mohs-Haidinger's Aufstellung[1]:

Buchst.:	*b*	*a*	*c*	*m*	*s*	*r*	**g*	*(*h*)	*i*
Symb. Miller:	{001}	{010}	{100}	{110}	{120}	{130}	{140}	{150}	{011}
- Gdt.:	0	0∞	$\infty 0$	∞	$\infty 2$	$\infty 3$	$\infty 4$	$\infty 5$	01

Buchst.:	*k*	*x*	*o*	*n*	**l*	*v*	*α	*β	**q*
Symb. Miller:	{021}	{101}	{111}	{121}	{133}	{211}	{311}	{511}	{142}
- Gdt.:	02	10	1	12	$\frac{1}{3}1$	21	31	51	$\frac{1}{2}2$

Von diesen sind die mit * bezeichneten neu und zwar *glαβq* gesichert, *h* wahrscheinlich, aber der Bestätigung bedürftig[2]. Ausser diesen finden wir für den Chrysoberyll folgende Formen angegeben:

Buchst.:	*n*	(*f*)	*d*	*y*	*z*	*w*	(*p*)
Symb. Miller:	{230}	{270}	{160}	{102}	{203}	{122}	{161}
- Gdt.:	$\infty\frac{3}{2}$	$\infty\frac{7}{2}$	$\infty 6$	$\frac{1}{2}0$	$\frac{2}{3}0$	$\frac{1}{2}1$	16

1) Vergl. Goldschmidt, Winkeltabellen. Im Index der Krystallf. wurde eine andere Aufstellung genommen.

2) Möglicherweise ist unter dem von Kretschmer (Min. petr. Mitth. 1895, **14**, 186) angegebenen *P*3 unser *l* zu verstehen; doch ist nicht zu ersehen, ob $\breve{P}3$ oder $\bar{P}3$ gemeint ist, auch fehlen Messungen und sonstige nähere Angaben.

Ausserdem $\varrho = 03\{031\}$ nicht als Fläche beobachtet, sondern als Zwillingsebene angegeben. Von diesen sind f und p unsicher. f von Hausmann angegeben (Handb. d. Min. 1847, 2 (1), 430) als $BB'\frac{7}{2}$. Der Ort der Beobachtung konnte nicht gefunden werden. p von Klein als fraglich bezeichnet (Jahrb. d. Min. 1871, 483) $(6\breve{P}6)$. y wurde an einem Fünfling von Ceylon wiedergefunden (s. unten S. 473), ebenso die neuen Formen g und q.

Zu diesen fand neuerdings Dr. G. Melczer, wie er uns gütigst mittheilte, die neuen Formen:

$$\begin{matrix} 2\infty & 1\frac{3}{2} & 1\frac{1}{3} & 1\frac{1}{5} & 1\frac{1}{10} \\ \{210\} & \{232\} & \{313\} & \{515\} & \{10\cdot1\cdot10\} \end{matrix}$$

sowie das von uns ebenfalls beobachtete, bisher neue $\infty4\{140\}$.

Das **Zwillingsgesetz** ist das für Chrysoberyll gewöhnliche, das man Zwillingsebene $\varrho = 03(031)$ nennt. Es ist zuerst von Naumann (Lehrb. d. Kryst. 1830, 2, 259) so bezeichnet. Wir werden dasselbe unten näher betrachten.

Die **Ausbildung** ist in Fig. 1 und 2, Taf. XV, dargestellt und zwar in Verticalprojection auf die zwei Pinakoide $c = \infty0(100)$. Der Habitus stimmt mit den Abbildungen der Chrysoberylle von Takowaja überein, wie sie Kokscharow[1]), Klein[2]), Cathrein[3]) geben.

Berechnung der Elemente, der Symbole und des Zwillingsgesetzes.

Da der Weg der Berechnung solcher Zwillinge noch nicht publicirt ist, möge das Beispiel ausführlicher gegeben werden.

Die **Messung** geschah unter Polarstellung des Pinakoids $\mathbf{c} = \infty0(100)$, also nicht in der üblichen Mohs-Haidinger'schen Aufstellung. Unsere Aufstellung wurde vorgezogen wegen guter Ausbildung der Flächen **c** und weil in ihr resp. im entsprechenden Projectionsbild (Fig. 3, Taf. XV) die Zwillingsbildung sich am besten übersehen und discutiren lässt. Fläche c ist beiden Individuen gemein. Es sind also hier beide Krystalle auf die gleiche Fläche projicirt. Sie zeigen das gleiche Projectionsbild nur um einen Winkel gedreht und da **c** wie **a** ein Pinakoid ist, so ergeben sich die Elemente und Symbole für Projection auf a einfach durch Vertauschung der Axen.

Die Messung wurde durchgeführt, als ob das Paar ein einzelner Krystall wäre[4]); die Trennung der zu den einzelnen Individuen gehörigen Flächen wurde unter Beiziehung der Skizze im Projectionsbild vollzogen. Die zum zweiten Individuen gehörigen Flächen wurden mit ′ bezeichnet. Nach Mes-

1) Mat. Min. Russl. Atlas Taf. 64, Fig. 9, 10.
2) Jahrb. Min. 1869, Taf. 7, Fig. 1.
3) Diese Zeitschr. 1882, **6**, 259, Fig. 4.
4) Vergl. diese Zeitschr. 1898, **30**, 348.

sen der oberen Hälfte wurde der Krystall umgedreht, neu aufgekittet, die andere Fläche **c** polar gestellt, die untere Hälfte gemessen und projicirt.

Der Krystall wurde behandelt, als wäre die Aufstellung (II) der Messung die definitive. In Bezug auf sie wurden die Elemente und Symbole bestimmt. Nachdem dies vollendet, wurden durch Vertauschung der Axen[1]) die Elemente und Symbole in die der Projection auf **a** (Aufstellung I) entsprechenden verwandelt.

Folgendes Schema und Beispiel im Verein mit dem Projectionsbild (Fig. 3, Taf. XV) illustriren das Verfahren. Ein Beispiel der Berechnung für das hexagonale System wurde in dieser Zeitschr. 1900, **32**, 566 gegeben.

Schema und Beispiel der Berechnung.

Obere Hälfte. Projection auf c. Polstellung $h_0 = 53^0\,35'$. Kryst. 1: $v_0 = 242^0\,25'$ Kryst. 2: $v_0 = 302\quad 0$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nr.	Refl.-Bild	Qualit.	Buchst.	pq Proj. auf c	v	h	φ vom gemeins. Anf. $v - 242^0\,25'$	$\varphi\varphi'$ Kryst. 1.2 einzel orient. $v - 242^0\,25'$ $v - 302\;0$	$\varrho = h - 53^0\,35'$	lg sinφ lg tg ϱ lg cosφ	lg pp_0 lg qq_0	pp_0 qq_0	p_0 q_0 $(p_0 : q_0)$	pq proj. auf a
18	+	s. gt.	c	0	—	$53^0\,35'$	—	—	$0^0\;0'$	—	—	—	—	∞0
26	+	z. gt.	o o'	1 1	$271^0\,54'$ 272 36	96 40	$29^0\,29'$ 30 11	$29^0\,29'$ 29 24	43 5 „	969677 997092 993826	966769 990918	0,4653 0,8113	0,4653 0,8113	1 1
21	.	mittel-mäss.	o'	1	332 10	96 39	89 45	30 10	43 4	970115 997067 993680	967182 990747	0,4697 0,8081	0,4697 0,8081	1
25	+	s. gt.	n'	21	351 21	104 41	108 56	49 21	51 6	988007 009318 981387	997327 990705	0,9403 0,8073	0,4701 0,8073	12
20	.	mittel-mäss.	s'	20	31 58	96 53	149 33	89 58	43 18	—	997421	0,9423 —	0,4711 —	∞2
24	..	dopp.	r'	30	31 57	108 19	149 32	89 57	54 44	—	015048	1,4141 —	0,4714 —	∞3
14	..	schl.	a'	∞0	32 5	143 37	149 40	90 5	90 2	—	—	—	—	0∞
19	+	gt.	m	10	152 30	78 48	$\bar{89}$ 55	$\bar{89}$ 55	25 13	—	967262	0,4705 —	0,4705 —	∞
23	+	s. gt.	s	20	152 25	96 50	$\bar{90}$ 6	90 0	43 15	—	997345	0,9407 —	0,4703 —	∞2
38	.	mittel-mäss.	r	30	152 30	108 23	$\bar{89}$ 55	$\bar{89}$ 55	54 48	—	015155	1,4176 —	0,4725 —	∞3
35	.	gz. schw.	g	40	152 28	115 26	$\bar{89}$ 57	$\bar{89}$ 57	61 51	—	027159	1,8689 —	0,4672 —	∞4
28	+	s. gt.	a	∞0	152 24	143 36	$\bar{90}$ 1	$\bar{90}$ 1	90 1	—	—	—	—	0∞
22	.	dopp.	o	1	212 18	96 41	$\bar{30}$ 7	$\bar{30}$ 7	43 6	970050 997118 993702	967168 990820	0,4695 0,8095	0,4695 0,8095	1
15	+	z. gt.	k	2∞	192 58	143 35	$\bar{49}$ 27	$\bar{49}$ 27	90 0	—	(006773)	(1,1688)	(0,5844)	02

1) Vergl. Goldschmidt, Krystallogr. Winkeltabellen S. 8.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Nr.	Refl.-Bild	Qualit.	Buchst.	pq Proj. auf c	v	h	φ vom gemeins. Anf. $v - 212^0 25'$	$\varphi q'$ Kryst. 1. 2 einzel orient. $v - 242^0 25'$ $v - 302$ 0	$\varrho = h - 53^0 35'$	lg sinφ lg tg ϱ lg cosφ	lg pp_0 lg qq_0	pp_0 qq_0	p_0 q_0 $(p_0 : q_0)$	pq proj. auf b
30	.	schl.	l'	3	332° 19'	123° 59'	89° 54'	30° 19'	70° 24'	970310 044845 993614	015155 038459	1,4176 2,4242	0,4719 0,8081	$\frac{1}{3}$1
13	.	ver-wasch.	q'	42	351 27	121 8	109 2	49 27	67 33	988072 038385 981299	026457 019684	1,8390 1,5734	0,4598 0,7867	$\frac{1}{2}$2
32	+	z. gt.	k'	2∞	351 33	143 33	109 8	49 33	89 58	—	(006927)	(1,1729)	(0,5864)	02
34	.	unsich.	h'	50	32 2	120 25	149 37	90 2	66 50	—	036865	2,3370	0,4674	∞5
39	.	schw.	n	21	192 21	104 29	$\bar{5}0$ 4	$\bar{5}0$ 4	50 54	988468 009008 980746	997476 989754	0,9435 0,7898	0,4717 0,7898	12
27	+	gt.	x	01	242 25	92 31	0 0	0 0	38 56	—	990734	0,8079	0,8079	10
41	.	ver-wasch.	ll'	3	272 6	123 15	29 41	29 41	69 40	969479 043113 993891	012592 037004	1,3364 2,3444	0,4448 0,7815	$\frac{1}{3}$1
17	+	gt.	b	0∞	242 21	143 49	$\bar{0}$ 4	$\bar{0}$ 4	90 14	—	—	—	—	0
42	.	ver-wasch.	ii'	∞	271 50	144 6	29 25	29 25	90 31	—	(975117)	(0,5638)	(0,5638)	01
29	.	schw.	β'	$\frac{1}{5}$	333 21	63 42	90 56	31 21	10 7	971622 925146 993146	896768 918292	0,0928 0,1524	0,4642 0,7620	51
43	+	gt.	m'	10	32 2	78 41	149 31	90 2	25 6	—	967065	0,4684	0,4684	∞
72	.	ver-wasch.	i	∞	212 29	143 13	$\bar{2}9$ 56	$\bar{2}9$ 56	89 38	—	(976027)	(0,5758)	(0,5758)	01
73	+	z. gt.	v	$\frac{1}{2}$	212 38	78 35	$\bar{2}9$ 47	$\bar{2}9$ 47	25 0	969611 966867 993847	936478 960714	0,2316 0,4047	0,4632 0,8094	21
74	.	ver-wasch.	β	$\frac{1}{5}$	212 48	64 29	$\bar{2}9$ 37	$\bar{2}9$ 37	10 54	969412 928459 993912	897871 922371	0,0952 0,1673	0,4760 0,8365	51

Erläuterungen zum Schema und Beispiel.

Col. 1 giebt die Nummer der Fläche in Skizze und Beobachtungsjournal.

Col. 2 giebt eine Abbildung des Reflexbildes (hier im Druck nur angedeutet).

Col. 3 enthält Angaben über Qualität der Fläche und des Reflexes.

Col. 6 und 7 geben die Ablesungen **vh** am φ- und ϱ-Kreis (Vertical- und Horizontalkreis).

Col. 10. ϱ berechnet aus Col. 7; $\varrho = h - h_0$; $h_0 = 53^0 35' =$ Polstellung des Instruments.

Col. 8. $\varphi = v - v_0$. Bestimmung von v_0. Herstellung eines vorläufigen Projectionsbildes durch Auftragen der Flächenpunkte aus v und $d = 5$ tg ϱ (Grundkreis mit 5 cm Radius). In diesem vorläufigen Bild liessen sich Elemente und Symbole abmessen, das Zwillingsgesetz erkennen und der erste Meridian ($v = v_0$) wählen. Der erste Meridian wurde so gewählt, dass *msrgh* den Meridian $\varphi = \bar{9}0^0$ erhielten;

xb den Meridian $\varphi = 0^0$. Unter Ausgleich der Werthe in diesen Meridianen ergab sich der erste Meridian bei $v = 242^0 25'$. Nämlich:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Nr. } 23: & 152^0 25' - v_0 = \overline{9}0^0; \quad v_0 = 242^0 25' \\ - \ 38: & 152\ 30 - v_0 = \overline{9}0^0; \quad v_0 = 242\ 30 \\ - \ 28: & 152\ 24 - v_0 = \overline{9}0^0; \quad v_0 = 242\ 30 \\ - \ 27: & 242\ 25 - v_0 = 0^0; \quad v_0 = 242\ 25 \\ - \ 17: & 242\ 21 - v_0 = 0^0; \quad v_0 = 242\ 21 \end{array}\right\} \text{Mittel: } v_0 = 242^0 25'.$$

Nun berechnen sich die φ bei gemeinsamem Anfang der Zählung für Kryst. 1 und 2 zu $\varphi = v - 242^0 25'$. Aus diesen φ (Col. 8) und den ϱ (Col. 10) wurde das definitive Projectionsbild hergestellt (Fig. 3, Taf. XV). Es unterscheidet sich von dem vorläufigen nur dadurch, dass es orientirt im Zeichenblatt sitzt.

Graphische Erkennung des Zwillings und Bestimmung des Zwillingsgesetzes. Wir bemerken im Projectionsbild eine Symmetrielinie[1]) (SS). Sie geht von c durch oo', ll', ii'. Jeder einem Flächenpunkt von Kryst. 1 correspondirende Punkt von Krystall 2 liegt zu ersterem symmetrisch in Bezug auf SS, z. B. m ist symmetrisch zu m', d. h. mm' ist $\perp SS$ und wird von SS halbirt. In unserem Fall haben wir nicht nur Halbirung der Winkel, sondern zugleich Halbirung der Längen. Das ist jedes Mal der Fall, wenn SS durch den Pol geht. Dann liegt der Symmetriepunkt (Umdrehungspunkt) u, der Punkt der Zwillingsebene im Unendlichen und zwar auf einem Meridian $NN \perp SS$. u ist in dieser Projection der Punkt einer Prismenfläche, deren Position wir nun schon kennen und deren Symbol wir anschreiben können, sobald wir den anderen Flächenpunkten des Bildes Symbole gegeben haben.

Col. 5. Symbolisirung der Flächenpunkte. Wir finden das Projectionsbild (Fig. 3, Taf. XV) in zwei Hälften gespalten, deren jede einem Individuum angehört, jede ein rhombisches System bildet. Wir wählen als Elemente:

$$\begin{array}{ll} p_0 = cm = ms = sr = on \ldots; & q_0 = mo = sn \ldots \\ \quad = cm' = m's' = s'r' = o'n' \ldots; & \quad = m'o' = s'n' \ldots \end{array}$$

und können nun jedem Punkt sein Symbol anschreiben:

$$\begin{array}{llll} c = 0, & m = \overline{1}0, & s = \overline{2}0, & o = \overline{1}1 \ldots \\ & m' = 10, & s' = 20, & o' = 1 \ \ldots \end{array}$$

Die Symbole tragen wir in Col. 5.

Graphische Bestimmung der Elemente $p_0 q_0$. Wir messen im Projectionsbild mit dem Zirkel aus und finden:

$$\begin{array}{l|l} p_0 = 2{,}35 \text{ cm} & \text{Somit: } p_0 = 0{,}47 \\ q_0 = 4{,}05 \text{ cm} & \qquad q_0 = 0{,}81 \\ \text{für } h = r_0 = 5{,}00 \text{ cm (Radius d. Grundkreises)} & \quad \text{für } r_0 = 1{,}00 \end{array}$$

Die Elemente zeigen, dass wir es mit Projection auf **c** zu thun haben, denn für diese ist aus den Elementen von Haidinger: $p_0 = 0{,}4700$; $q_0 = 0{,}8104$ (Aufst. II).

Das Symbol der Zwillingsebene (Umdrehungsebene) u können wir nun anschreiben. Ihr Punkt liegt im ∞ und dessen Meridian geht in beiden Krystallhälften von c durch den Punkt 31. Somit ist Zwillingsebene $(310) = 3\infty$ (ϱ).

Col. 9. Um in Kryst. II den ersten Meridian ebenso zu legen, wie in Kryst. I, haben wir das Projectionsbild von II so zu drehen, dass $cm'r's'a'$ in die Richtung $cmrsa$ fällt. Wir wollen so drehen, dass Zone $[cm'r's'a']$ den Meridian 90^0 erhält.

1) Vergl. diese Zeitschr. 1898, **30**, 347.

Dazu haben wir den Winkel v_0' zu bestimmen, der von den Ablesungen v (Col. 6) der Flächen von Kryst. II abzuziehen ist. Zur Bestimmung von v_0' können wir in Zone $[ca']$ nur m' und s' gebrauchen, denn $r'h'a'$ sind nicht gut ausgebildet. Es ist:

für s' (Nr. 20): $31^0 58' - v_0' = 90^0$; $v_0' = \bar{5}8^0\ 2'$
 - r' (Nr. 43): $32\ \ 2 - v_0' = 90^0$; $v_0' = \bar{5}7\ 58$
} Mittel: $v_0' = \bar{5}8^0 0'$ $= 302\ 0$

Wir subtrahiren nun $v_0' = 302^0\,0'$ von den v von Kryst. II in Col. 6 und tragen die Werthe φ' in Col. 9 zu den $\varphi = v - 242^0\,25'$ des Kryst. I. Die $\varphi\varrho$ von Col. 9 sind nun als gemessene mit den gerechneten direct vergleichbar. Der Vergleich wurde S. 465 für die neuen Formen gegeben. Zu solchem Vergleich dienen die Winkeltabellen, hier eine solche für **c** als Pol (S. 464).

Bestimmung der Symbole aus der Winkeltabelle. Statt der graphischen Bestimmung und zu deren Controle können in der Winkeltabelle für Projection auf **c** (S. 464) aus den $\varphi\varrho$ der Col. 9, 10 die Symbole und Buchstabenbezeichnungen direct abgelesen werden.

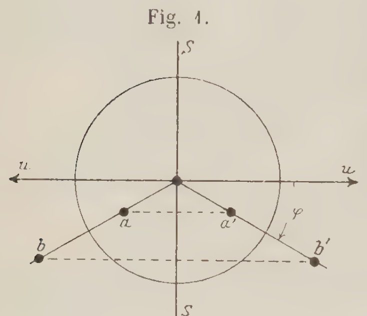
Transformation der Symbole und Elemente für Projection auf a. Um die Symbole der Aufstellung II in die Aufstellung I (Projection auf a) zu bringen, haben wir zu transformiren:

Symbole: $pq1$ (Aufst. II) $\doteqdot 1pq$ (Aufst. I) oder pq (II) $\doteqdot \frac{1}{q}\frac{p}{q}$ (I) [1]

Elemente: p_0q_01 (Aufst. II) $\doteqdot 1p_0q_0$ (Aufst. I) oder p_0q_0 (II) $\doteqdot \frac{1}{q_0}\frac{p_0}{q_0}$ (I)

Col. 15. Die so transformirten Symbole tragen wir in Col. 15 und in **Col. 4** die zugehörigen Buchstaben aus Index oder Winkeltabellen. Dabei zeigt sich, welche Formen neu sind. Diesen legen wir neue Buchstaben bei.

Fig. 1.



Die **Berechnung der Zwillingsebene** (**u**) geschah oben graphisch. Nun möge sie auch in Zahlen gegeben werden. Wir wissen, es ist für u in Projection auf c $\varrho = 90^0$, es ist nun noch φ zu bestimmen. Wir haben schematisch (Fig. 1):

$$\varphi_s = \tfrac{1}{2}(\varphi_a + \varphi_{a'}) = \tfrac{1}{2}(\varphi_b + \varphi_{b'}) = \cdot\cdot - ;$$
$$\varphi_u = \varphi_s \pm 90^0.$$

Wir finden den wahrscheinlichen Werth durch die folgende Durchschnittsrechnung:

Nr.		φ_s	
Nr. 26:	oo'	$\varphi_s = \frac{1}{2}(29^0 29' + 30^0 11') = 29^0 50'$	Mittel: $\varphi_s = 29^0 48'$
- 22, 21:	oo'	$= \frac{1}{2}(\bar{3}0\ \ 7 + 89\ 45) = 29\ 49$	
- 39, 25:	nn'	$= \frac{1}{2}(\bar{5}0\ \ 4 + 108\ 56) = (29\ 26)$	
- 41:	ll'	. . . . $= (29\ 41)$	
- 23, 20:	ss'	$= \frac{1}{2}(\bar{9}0^0\ 0' + 149^0 33') = 29\ 46$	
- 19, 43:	mm'	$= \frac{1}{2}(\bar{8}9\ 55 + 149\ 31) = 29\ 48$	
- 38, 24:	rr'	$= \frac{1}{2}(\bar{8}9\ 55 + 149\ 32) = 29\ 48$	
- 28, 14:	aa'	$= \frac{1}{2}(\bar{9}0\ \ 1 + 149\ 40) = 29\ 49$	
- 42:	ii'	. . . . $= (29\ 25)$	

Die Werthe in ( ) wurden als minder sicher von der Durchschnittsbildung abgeschieden. Die Richtung nach u giebt sich aus:

1) Vergl. Kryst. Winkeltabellen, Berlin 1897, 8.

$\varphi_u = 29^0 48' \pm 90^0 = \overline{6}0^0 12'$ resp. $119^0 48'$; $\varrho = 90^0$.

Das stimmt gut mit $\varrho = 3\infty (310)$,

wofür nach Haidinger's Elementen: $\varphi = 60^0\ 7'$, $\varrho = 90^0$
 - - den Elem. uns. Kryst.: $\varphi = 60\ 12\cdot$, $\varrho = 90$

Berechnung der Elemente. Dazu dienen die Formeln[1]):

$x = pp_0 = \sin\varphi \operatorname{tg}\varrho$	für Domen $p0$ ist: $pp_0 = \operatorname{tg}\varrho$	für Prismen $\frac{p}{q}\infty$ ist: $\frac{pp_0}{qq_0} = \operatorname{tg}\varphi$.
$y = qq_0 = \cos\varphi \operatorname{tg}\varrho$	- - $0q$ - $qq_0 = \operatorname{tg}\varrho$	

Col. 11 und 12 geben die zu diesen Rechnungen gehörigen Logarithmen aus den Winkeln $\varphi\varrho$ der Col. 9, 10; für die Prismen lg $(pp_0 : qq_0)$ in ( ).

Col. 13 enthält die Numeri zu Col. 12.

Col. 14 enthält die Elemente $p_0 q_0$, erhalten durch Division von pp_0, qq_0 (Col. 13) durch die Symbolzahlen p resp. q (Col. 5); für die Prismen $p_0 : q_0$ in ( ).

Der wahrscheinliche Werth von p_0 und q_0 berechnet sich als Durchschnitt aus den besten Messungen. Wir haben in unserem Beispiel:

Nr.	p_0	q_0
26	0,4653	0,8118
21	0,4697	0,8081
25	**0,4701**	**0,8073**
20	0,4711	—
19	0,4705	—
23	**0,4703**	—
38	0,4725	—
27	—	0,8079
43	0,4684	—
73	0,4632	0,8094

Mittel: $p_0 = 0{,}4690$; $q_0 = 0{,}8089$.

Es fragt sich, ob nicht statt dessen das Mittel aus den besten Messungen allein zu nehmen sei, nämlich aus Nr. 25 und 23:

$$p_0 = 0{,}4702; \quad q_0 = 0{,}8073.$$

Letzteres ziehe ich vor. Es ist auch in besserer Uebereinstimmung mit den aus der unteren Krystallhälfte gewonnenen Elementen. Als Gesammtmittel der Elemente für oben und unten wurde angenommen:

$$p_0 = 0{,}4704; \quad q_0 = 0{,}8075 \text{ (Aufstellung II)}.$$

Umrechnung der Elemente in Aufstellung I erfolgt nach der Formel[2]):

$$p_0 q_0 \text{ (II)} \div \frac{1}{q_0}\frac{p_0}{q_0} \text{ (I)}, \quad \text{also:} \quad p_0 \text{ (I)} = \frac{1}{0{,}8075} = 1{,}2384$$

$$q_0 \text{ (I)} = \frac{0{,}4704}{0{,}8075} = 0{,}5826.$$

Nach Fertigstellung und Einsendung des vorliegenden Manuscriptes und des zu der folgenden Untersuchung »Zur Theorie der Zwillings- und Viellingsbildung ...« machte uns Herr Dr. G. Melczer Mittheilung über seine Untersuchungen am Chrysoberyll von Ceylon[3]). Von den durch ihn neu gefundenen Formen war eine {140} auch von uns beobachtet. Herr Dr. Melczer hatte zur Bezeichnung der Flächen andere Buchstaben gewählt, die er nicht ändern konnte wegen bereits erfolgter Gravirung der Tafeln, wir aber konnten leider seine Buchstaben nicht annehmen, ohne mit den Publicationen im Index und den Winkeltabellen in Widerspruch zu gerathen.

---

1) Vergl. diese Zeitschr. 1893, **21**, 214 und 223.

2) Vergl. Goldschmidt, Winkeltabellen 1897, S. 7.

3) S. S. 240—259 dieses Bandes.

Es gilt folgende **Identification:**

Melczer:	*c*	*b*	*a*	*l*	*m*	*s*	*r*	*q*	*i*	*k*	*x*	*n*	*p*	*o*	*h*	*g*	*f*
Gdt. u. Preisw.:	*b*	*a*	*c*	*e*	*m*	*s*	*r*	*q*	*i*	*k*	*x*	*n*	ζ	*o*	ε	δ	γ

Elemente. Die von Melczer mit grosser Sorgfalt bestimmten Elemente stimmen gut mit den von uns gefundenen. Noch besser ist die Uebereinstimmung mit den Elementen, die der im folgenden Aufsatz (S. 468) beschriebene Fünfling liefert und die genauer sind, als die bei dem Zwilling gefundenen. Alle differiren wenig von Haidinger's Elementen[1]), die im »Index« und den »Winkeltabellen« angenommen wurden. Das zeigt folgende Zusammenstellung:

	$a : b : c$	p_0	q_0
Melczer	0,4707 : 1 : 0,5823	1,2371	0,5823
Gdt. u. Preiswerk	0,4704 : 1 : 0,5826	1,2384	0,5826
Gdt. Fünfling	0,4710 : 1 : 0,5822	1,2361	0,5822
Haidinger[1])	0,4700 : 1 : 0,5800	1,2340	0,5800

Die neuen Elemente sind mit verbesserten Hülfsmitteln gewonnen, aus einer grösseren Zahl von Messungen hergeleitet und durch die unabhängige Arbeit verschiedener Beobachter gesichert. Es schien daher angezeigt, diese an Stelle der Haidinger'schen anzunehmen und trotz der Kleinheit der Differenz die Winkeltabellen neu zu berechnen.

Als wahrscheinlicher Werth kann das Mittel aus den Elementen von Melczer und denen des Fünflings gelten, nämlich:

$$\mathbf{a : b : c = 0{,}4708 : 1 : 0{,}5823; \quad p_0 = 1{,}2367, \quad q_0 = 0{,}5823.}$$

Sie wurden den folgenden Winkeltabellen zu Grunde gelegt. In diese sind Melczer's neue Formen bereits aufgenommen.

Die **Winkeltabellen** mögen für zwei Aufstellungen gegeben werden:

Aufstellung I mit *b* als Polfläche, *mrs* als Prismenzone

Aufstellung II mit *c* als Polfläche, *ik* als Prismenzone.

Aufstellung I ist die übliche. Aufstellung II hat Vorzüge für manche Fälle der Messung und Discussion. Daher ist der Besitz einer besonderen Winkeltabelle für sie von Werth. Die Winkel $\varphi'\ \varrho'\ \xi_0'\ \eta_0'\ \xi'\ \eta'$ der Aufstellung II ergeben sich einfach aus den $\varphi\ \varrho\ \xi_0\ \eta_0\ \xi\ \eta$ der Aufstellung I. Denn es ist (»Winkeltabellen« S. 8):

$$\varphi' = \eta_0 \qquad \xi_0' = 90^0 - \varphi \qquad \xi' = \eta$$
$$\varrho' = 90^0 - \xi \qquad \eta_0' = 90^0 - \xi_0 \qquad \eta' = 90^0 - \varrho$$

1) Diese Elemente, zuerst ohne Angabe der Quelle in Mohs' Grundriss 1824, **2**, 348 publicirt, und deshalb meist Mohs'sche genannt, beruhen auf Messungen von Haidinger aus dem Jahr 1822, wie dieser Pogg. Ann. 1849, **77**, 233 constatirt. Sein $a : b : c = 1 : \sqrt{2{,}9731} : \sqrt{0{,}6567}$ entspricht unserem $a : b : c = 0{,}580 : 1 : 0{,}470$ (vgl. Klein, Jahrb. Min. 1871, 483).

Winkeltabelle (Aufstellung I).

[Projection auf $b = 0$ der üblichen Aufstellung.]

Rhombisch.

$a = 0{,}4708\cdot$	$\lg a = 967289$	$\lg a_0 = 990774$	$\lg p_0 = 009226$	$a_0 = 0{,}8086$	$p_0 = 1{,}2367$
$c = 0{,}5823$	$\lg c = 976515$	$\lg b_0 = 023485$	$\lg q_0 = 976515$	$b_0 = 1{,}7173$	$q_0 = 0{,}5823$

Nr.	Buchstab.	Symbol	Miller	φ	ϱ	ξ_0	η_0	ξ	η	x (Prismen) $(x:y)$	y	$d = \operatorname{tg}\varrho$
1	b	0	001	—	0° 0′	0° 0′	0° 0′	0° 0′	0° 0′	0	0	0
2	a	0∞	010	0° 0′	90 0	»	90 0	»	90 0	»	∞	∞
3	c	∞0	100	90 0	»	90 0	0 0	90 0	0 0	∞	0	»
4	e	2∞	210	76 45	»	»	90 0	76 45	13 15	4,2476	∞	»
5	m	∞	110	64 47	»	»	»	64 47	25 13	2,1238	»	»
6	u	∞$\frac{3}{2}$	230	54 46	»	»	»	54 46	35 14	1,4159	»	»
7	s	∞2	120	46 43	»	»	»	46 43	43 17	1,0619	»	»
8	r	∞3	130	35 18	»	»	»	35 18	54 42	0,7079	»	»
9	?f	∞$\frac{7}{2}$	270	31 15	»	»	»	31 15	58 45	0,6068	»	»
10	g	∞4	140	27 58	»	»	»	27 58	62 2	0,5309	»	»
11	?h	∞5	150	23 1	»	»	»	23 1	66 59	0,4248	»	»
12	d	∞6	160	19 29·	»	»	»	19 29·	70 30·	0,3540	»	»
13	i	01	011	0 0	30 13	0 0	30 13	0 0	30 13	0	0,5823	0,5823
14	k	02	021	»	49 21	»	49 21	»	49 21	»	1,1646	1,1646
15	[ϱ]	03	031	»	60 12·	»	60 12·	»	60 12·	»	1,7469	1,7469
16	z	$\frac{2}{3}$0	203	90 0	39 30·	39 30·	0 0	39 30·	0 0	0,8245	0	0,8245
17	y	$\frac{1}{2}$0	102	»	31 44	31 44	»	31 44	»	0,6183	»	0,6183
18	x	10	101	»	51 2·	51 2·	»	51 2·	»	1,2367	»	1,2367
19	?p	16	161	19 29·	74 54	»	74 2	18 47·	65 31·	»	3,4939	3,7062
20	n	12	121	46 43	59 31	»	49 21	38 51·	36 13	»	1,1646	1,6988
21	ζ	1$\frac{3}{2}$	232	54 46	56 33·	»	41 8	52 48	28 46·	»	0,8735	1,5140
22	o	1	111	64 47	53 49	»	30 13	46 54	20 6·	»	0,5823	1,3669
23	ε	1$\frac{1}{3}$	313	81 5	51 23	»	10 59	50 31·	6 57·	»	0,1941	1,2518
24	δ	1$\frac{1}{5}$	515	84 37	51 10	»	6 38·	50 51	4 11·	»	0,1165	1,2422
25	γ	1$\frac{1}{10}$	10.1.10	87 18·	51 4·	»	3 20	51 0	2 6	»	0,0582	1,2381
26	l	$\frac{1}{3}$1	133	35 18	35 30·	22 24	30 13	19 36·	28 18	0,4122	0,5823	0,7135
27	w	$\frac{1}{2}$1	122	46 43	40 20·	31 44	»	28 7	26 21	0,6183	»	0,8494
28	v	21	211	76 45	68 31	67 59	»	64 56	12 19	2,4734	»	2,5410
29	α	31	311	81 5	75 5·	74 55	»	72 41	8 37	3,7101	»	3,7554
30	β	51	511	84 37	80 51	80 49	»	79 24	5 19	6,1835	»	6,2109
31	q	$\frac{1}{2}$2	142	27 58	52 49·	31 44	49 21	21 56·	44 43·	0,6183	1,1646	1,3186

Winkeltabelle (Aufstellung II).

[Projection auf $c = \infty 0$ der üblichen Aufstellung.]

Rhombisch.

$a = 1{,}7173$	$\lg a = 023485$	$\lg a_0 = 032741$	$\lg p_0 = 967289$	$a_0 = 2{,}1238$	$p_0 = 0{,}4708\cdot$
$c = 0{,}8086$	$\lg c = 990774$	$\lg b_0 = 009226$	$\lg q_0 = 990774$	$b_0 = 1{,}2367$	$q_0 = 0{,}8086$

Nr.	Buchstab.	Symbol	Miller	φ'	ϱ'	ξ_0'	η_0'	ξ'	η'	x' (Prismen) $(x':y')$	y'	$d' =$ tg ϱ
1	b	0∞	010	0° 0′	90° 0′	0° 0′	90° 0′	0° 0′	90° 0′	0	∞	∞
2	a	∞0	100	90 0	»	90 0	»	90 0	0 0	∞	0	0
3	c	0	001	—	0 0	0 0	0 0	0 0	»	0	»	»
4	e	½0	102	90 0	13 15	13 15	»	13 15	»	0,2354	»	0,2354
5	m	10	101	»	25 13	25 13	»	25 13	»	0,4708·	»	0,4708·
6	u	$\frac{3}{2}$0	302	»	35 14	35 14	»	35 14	»	0,7062	»	0,7062
7	s	20	201	»	43 17	43 17	»	43 17	»	0,9417	»	0,9417
8	r	30	301	»	54 42	54 42	»	54 42	»	1,4125	»	1,4125
9	? f	$\frac{7}{2}$0	702	»	58 45	58 45	»	58 45	»	1,6479	»	1,6479
10	g	40	401	»	62 2	62 2	»	62 2	»	1,8834	»	1,8834
11	? h	50	501	»	66 59	66 59	»	66 59	»	2,3542	»	2,3542
12	d	60	601	»	70 30·	70 30·	»	70 30·	»	2,8251	»	2,8251
13	i	∞	110	30 13	90 0	90 0	90 0	30 13	59 47	0,5823	∞	∞
14	k	2∞	210	49 21	»	»	»	49 21	40 39	1,1646	»	»
15	[ϱ]	3∞	310	60 12·	»	»	»	60 12·	29 47·	1,7469	»	»
16	$\varkappa$	0$\frac{3}{2}$	032	0 0	50 29·	0 0	50 29·	0 0	50 29·	0	1,2129	1,2129
17	y	02	021	»	58 16	»	58 16	»	58 16	0	1,6172	1,6172
18	x	01	011	»	38 57·	»	38 57·	»	38 57·	0	0,8086	0,8086
19	? p	61	611	74 2	71 12·	70 30·	»	65 31·	15 6	2,8251	»	2,9389
20	n	21	211	49 21	51 8·	43 17	»	36 13	30 29	0,9417	»	1,2412
21	ζ	$\frac{3}{2}$1	322	41 8	37 12	35 14	»	28 46·	33 26·	0,7062	»	0,7591
22	o	1	111	30 13	43 6	25 13	»	20 6·	36 11	0,4708·	»	0,9358
23	ε	$\frac{1}{3}$1	133	10 59	39 28·	8 55	»	6 57·	38 37	0,1570	»	0,8236
24	δ	$\frac{1}{5}$1	155	6 38·	39 9	5 23	»	4 11·	38 50	0,0942	»	0,8141
25	γ	$\frac{1}{10}$1	1.10.10	3 20	39 0	2 41·	»	2 6	38 55·	0,0471	»	0,8098
26	l	3	331	30 13	70 23·	54 42	67 36	28 18	54 29·	1,4125	2,4258	2,8072
27	w	2	221	»	61 53	43 17	58 16	26 21	49 39·	0,9417	1,6172	1,8715
28	v	½	112	»	25 4	13 15	22 11	12 19	21 29	0,2354	0,4043	0,4678
29	α	$\frac{1}{3}$	113	»	17 19	8 55	15 5	8 37	14 54·	0,1570	0,2699	0,3118
30	β	$\frac{1}{5}$	115	»	10 36	5 23	9 11	5 19	9 9	0,0942	0,1617	0,1871
31	q	42	421	49 21	68 3·	62 2	58 16	44 43·	37 10·	1,8834	1,6172	2,4823

Charakterisirung der neuen Formen. Messungen. Die Resultate der Messung sind im Folgenden in der umgerechneten Form der Col. 9 und 10 des Schemas neben die berechneten Werthe aus Haidinger's Elementen und die aus den an unseren Krystallen gefundenen Elementen gestellt (vergl. Winkeltabelle S. 464). Die Flächen von Krystall 2 mit ′ bezeichnet.

Buchstab.	Krystallhälfte	Gemessen φ	Gemessen ϱ	Berechnet aus Haidinger's Elem. φ	Berechnet aus Haidinger's Elem. ϱ	Berechnet aus unsern Elem. φ	Berechnet aus unsern Elem. ϱ	Bemerkungen
g	ob.	$\overline{89}$° 57′	61° 51′	90° 0′	62° 0′	90° 0′	62° 2′	schmal, Refl. gut.
h′	ob.	90 2	66 50	90 0	66 57	90 0	66 59	schmal, Refl. verwaschen.
ll′	ob.	29 41	69 40	30 7	70 25	30 13	70 23	2 schm. Fl., Refl. zus.fall. verw.
l′	ob.	30 19	70 24					schmal, Refl. verwaschen.
ll′	unt.	30 10	69 23					2 schm. Fl., Refl. zus.fall. verw.
l	unt.	30 3	70 15					schmal, Refl. schwach.
α	unt.	30 6	17 43	30 7	17 20	30 13	17 19	schmal, Refl. gut.
β	ob.	$\overline{29}$ 58	10 54	30 7	10 37	30 13	10 36	schmal.
β'	ob.	31 21	10 7					zieml. breite Fl.
β	unt.	30 39	9 41					schmal.
q′	ob.	49 27	67 33	49 14	68 4	49 21	68 3	schmal, Refl. verwaschen.
q	unt.	49 33	68 0					guter Refl.
q′	unt.	$\overline{48}$ 51	67 21					schmal, Refl. verwaschen

Von diesen sind **lq** wichtig, β schwach, aber mit drei Flächen beobachtet, von denen eine ziemlich breit. **gh**α sind schwache Formen. **g**α können als gesichert gelten, **h** ist mit Wahrscheinlichkeit nachgewiesen, doch wäre eine Bestätigung zu wünschen. Es wurde in der Winkeltabelle mit ? bezeichnet.

Entwickelung der Formen.

Discussion der Zahlenreihen. Wir finden im Gesammtbild der beobachteten Chrysoberyll-Formen drei Hauptzonen (Taf. XV, Fig. 4):

Zone p (Aufst. II).

Buchst.: $c \quad \beta \quad \alpha \quad v \quad o \quad w \quad l \quad i$

pq (Aufst. II) $= 0 \quad \frac{1}{5} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{2} \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad \infty$

Die Reihe klärt sich, wenn wir o als Primärknoten ansehen. Wir haben dann:

Inneres Stück.

Buchst.: $o \quad v \quad \alpha \quad \beta \quad c \quad \beta \quad \alpha \quad v \quad o$

$pq = 1 \quad \frac{1}{2} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{5} \quad 0 \quad \frac{\bar{1}}{5} \quad \frac{\bar{1}}{3} \quad \frac{\bar{1}}{2} \quad \bar{1}$ (Symmetr. Form)

$\frac{1-p}{1+p} = 0 \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{2}{3} \quad 1 \quad \frac{3}{2} \quad 2 \quad 3 \quad \infty$

Das ist die reine Normalreihe $\mathbf{N}_3$ (diese Zeitschr. 1897, **28**, 16).

Aeusseres Stück.

Buchst.:	o	w	l	i	l	w	o
pq =	1	2	3	∞	$\bar{3}$	$\bar{2}$	$\bar{1}$
$\frac{p-1}{p+1}$ =	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	1	2	3	∞

Das ist die Normalreihe N_2 mit Anfang von N_3. Entfällt das von uns nicht beobachtete w, so haben wir $N_2 = 0\,\frac{1}{2}\,1\,2\,\infty$.

Wir schliessen, dass die Entwickelung in dieser Zone von o ausgeht und stärker nach innen ist, als nach aussen. Die innere Dominante c ist wichtiger als die äussere i.

Zone p0 (Aufst. II).

Buchst.:	c	e	m	u	s	r	(f)	g	(h)	d	a
pq (Aufst. II) =	0	$\frac{1}{2}0$	10	$\frac{3}{2}0$	20	30	$\frac{7}{2}0$	40	50	60	$\infty 0$
p =	0	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{3}{2}$	2	3	$(\frac{7}{2})$	4	(5)	6	∞

In dieser Reihe sind fh unsicher, ud von uns nicht beobachtet. Die Reihe klärt sich durch Division durch 2, d. h. Verlegung der Dominante nach s. Wir erhalten:

$$\tfrac{1}{2}p = 0 \quad \tfrac{1}{4} \quad \tfrac{1}{2} \quad \tfrac{3}{4} \quad 1 \quad \tfrac{3}{2} \quad (\tfrac{7}{2}) \quad 2 \quad (\tfrac{5}{2}) \quad 3 \quad \infty$$

Die zwei Hälften sind ungleich. Die Entwickelung nach aussen stärker als nach innen. Wir spalten bei s und erhalten:

$\frac{p}{1-p}$ =	0	$\frac{1}{3}$	1	3	∞	.					
$p-1$ =	.		.	.	0	$\frac{1}{2}$	$(\frac{3}{4})$	1	$(\frac{3}{2})$	2	∞

Die Reihe klärt sich, wenn wir die unsicheren fh weglassen. Wir haben dann im äusseren Stück die Normalreihe $N_2 = 0\,\frac{1}{2}\,1\,2\,\infty$ mit den Endknoten sa. $h = \frac{3}{2}$ erscheint als Anfang der Entwickelung N_3. Im inneren Stück schwache Entwickelung. u, von uns nicht beobachtet, jedenfalls eine schwache Form. e von Melczer angegeben, passt gut in die Reihe.

Zone p1 (Aufst. II) ist durch Melczer's Messungen in reicherer Entwickelung bekannt geworden.

Inneres Stück.

	o	ε	δ	γ	x	γ	δ	ε	o
pq (Aufst. II) =	1.	$\frac{1}{3}1$	$\frac{1}{5}1$	$\frac{1}{10}1$	01	$\frac{\bar{1}}{10}1$	$\frac{\bar{1}}{5}1$	$\frac{\bar{1}}{3}1$	$\bar{1}1$
$\frac{1-p}{1+p}$ =	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{9}{11}$	1	$\frac{11}{9}$	$\frac{3}{2}$	2	∞

$\frac{9}{11}$, $\frac{11}{9}$ entsprechend $\gamma = \frac{1}{10}1$ passen schlecht in die Reihe. Die Form dürfte als Vicinale zu x anzusehen sein.

Aeusseres Stück.

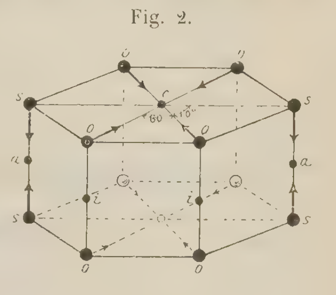
	o	ζ	n	$?p$	a
pq (Aufst. II) =	1	$\frac{3}{2}1$	21	61	$\infty 0$
$p-1$ =	0	$\frac{1}{2}$	1	5	∞

5 entsprechend dem fraglichen p passt nicht in die Reihe.

Anlage und Bau der Chrysoberyllpartikel können wir auf Grund obiger Discussion der Reihen folgendermassen deuten (Fig. 2, S. 467): Anlage

hexagonal. Zwölf Primärknoten mit dem gleichen Molekül besetzt. Aber von diesen acht (*o*) mit einer Vorzugsrichtung gegen den Pol *c*, die vier anderen (*s*) mit Vorzugsrichtung gegen den Aequator (*a*). Die Vorzugsrichtungen in der Figur durch → angedeutet. Durch diese Verschiedenheit entsteht die rhombische Symmetrie.

Fig. 2.



Entwickelung der Formen durch die Primärknoten (vgl. beist. Fig. 2 m. Fig. 4 Taf. XV).

Primärzonen. 1. [*oco*] mit der Primärdominante *c* nach innen; [*oio*] schwach mit Primärdominante *i* nach aussen. *c* verstärkt durch den Schnitt der drei Primärzonen.

2. [*oxo*] mit der Primärdominante *x* nach innen. Das äussere Stück [*ona*] dürfte als Secundärzone anzusehen sein, d. h. als Zone zwischen dem Primärknoten *o* und der Primärdominante *a*.

3. [*sas*] stark nach aussen mit der Primärdominante *a*; [*scs*] schwach nach innen. Vielleicht ist *a* ein selbständiger Primärknoten.

Beachtenswerth für die Anlage sind die Winkel *ii*, *ia* nahe 60^0; *oo*, *ss* nahe 90^0. Eine speciellere Discussion der Entwickelung wird möglich sein, wenn mehr Formen des Chrysoberyll sichergestellt sein werden.

XVIII. Zur Theorie der Zwillings- und Viellingsbildung,

illustrirt am Chrysoberyll.

Von

V. Goldschmidt in Heidelberg.

(Hierzu Taf. XV Fig. 3—12 und 5 Textfiguren.)

In einer Abhandlung »über nicht parallele Verknüpfung der Krystallpartikel«[1]) hat der Verfasser versucht, eine genetische Erklärung der Zwillings- und Viellingsbildung zu geben. Zu den dort entwickelten Anschauungen geben die Chrysoberylle eine interessante Illustration, die besonders klar ist wegen der vortrefflichen Ausbildung der Krystalle.

Formell ist das Zwillingsgesetz beim Chrysoberyll ausgedrückt durch: Zwillingsebene (Umdrehungsebene) = Grenzfläche: $\varrho = 03 (031)$ (Aufst. I) = $3\infty (310)$ (Aufst. II).

Genetisch ist diese Angabe unbefriedigend. Man sieht nicht ein, wieso ϱ, formell Zwillingsebene und Grenzfläche, genetisch die Rolle der Verwachsungsebene spielen soll, d. h. wieso ϱ die gegenseitige Richtung und Verknüpfung der Partikel beider Individuen bestimmen soll, da ja ϱ eine schwache Form ist, die am Chrysoberyll bisher nie beobachtet wurde. Auch das Freisein der Zone $c\varrho$ von Punkten (im Gesammtbild der Formen des Chrysoberyll, Fig. 4, Taf. XV) zeigt die Schwäche von ϱ. Es wurde aber gezeigt, dass die Verwachsung der Embryonalpartikel, deren Grenzfläche zur Verwachsungsebene des Zwillings wird, stattfindet durch Einrichten von besonders wichtigen Kraftrichtungen (Primärknoten) der Partikel. Ein solcher Primärknoten ist ϱ entschieden nicht. In der That ist nicht eine Partikelkraft ϱ als Ursache der Verknüpfung der Embryonalpartikel zur Zwillingsbildung anzusehen, diese ist vielmehr anders zu erklären, wie wir im Folgenden darlegen wollen.

1) Diese Zeitschr. 1898, **29**, 361.

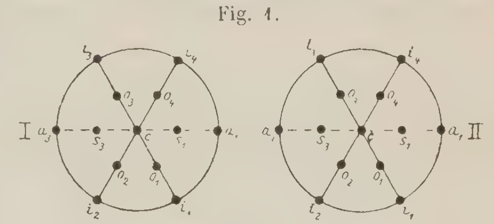
Das Gesammtbild der Formen des Chrysoberyll projicirt auf c (Taf. XV, Fig. 4) zeigt die fast genau hexagonale Symmetrie der Elemente des Minerals. Die Meridianwinkel $ai = 59^0\,53'$, $ii = 60^0\,7'$ nahezu 60^0. Die Poldistanzen $cs = 43^0\,17'$, $co = 43^0\,6'$ nach der Winkeltabelle S. 464; nach der Messung $cs = 43^0\,18', 43^0\,15', 43^0\,17' \ldots$

$$co = 43\ \ 5,\ 43\ \ 7,\ 43\ \ 8\ \ldots$$

Also cs von co nur um Minuten verschieden. Die Elemente in dieser Aufstellung $p_0 : q_0 = 0{,}4708 : 0{,}8086 = 1 : 1{,}717$, nahezu $1 : \sqrt{3} = 1 : 1{,}732$. Wir haben die starken pseudohexagonalen Axenzonen $[coi]$ und $[csa]$ und die schwachen Zwischenaxen $[cb]$ und $[c\varrho]$. Die starken sind die genetisch wirksamen, in dem Sinne, dass bei Verknüpfung zweier freier Partikel (Embryonalpartikel) I und II Hauptrichtungen dieser sich parallel richten.

Den Vorgang der Verknüpfung der zwei Embryonalpartikel unseres Chrysoberyllzwillings können wir uns folgendermassen vorstellen. Die zwei Partikel nähern sich und richten einander ein im Momente der Anheftung, so zwar, dass sich die Flächen einer der beiden stärksten Primärzonen $[ioc]$ z. B. $[i_2 o_2 c]$ parallel richten. Das kann auf zwei Arten geschehen:

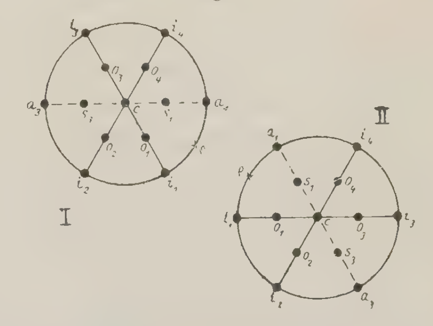
Fig. 1.



1. Auch die andere Zone $[oco]$ richtet sich ein. Dann decken sich alle gleichwerthigen Punkte und wir haben parallele Verwachsung (Fig. 1).

2. Die andere Zone $[oco]$ von II richtet sich fast genau auf Zone $[scs]$ von I (Fig. 2), wobei die Zonenebenen $[iai]$ in I und II zusammenfallen. Ein solches Einrichten ist möglich, weil die Winkel ia und ii fast genau 60^0, die Winkel cs und co fast gleich sind. Das ist unsere Zwillingsverwachsung.

Fig. 2.



Die Zonenebene $[o_2 c o_4]$ richtet sich mit allen Flächen ein, ihre Zonenebene ($\perp \varrho$) ist Symmetrieebene der Gruppe, ϱ oder i kann als Zwillingsebene (Umdrehungsebene) angesehen werden.

Warum ϱ d. h. die Zonenebene $[o_2 c o_4]$ vor i als Grenzfläche, das ist Verknüpfungsfläche der Embryonalpartikel, den Vorzug hat[1]), lässt sich

1) Quenstedt bildet einen Drilling ab mit i als Grenzfläche (Handb. 1863, 305) doch zweifelt Hessenberg (Senckenb. Abh. 1863, **4**, 27), ob hier Beobachtung vorliegt oder nur eine zum Zweck der Erläuterung construirte Figur.

nicht mit Sicherheit sagen. Es liegt aber die Vermuthung nahe, dass wenn die Zwillingsebene nicht eine Primärfläche ist, sondern eine Primärzonenebene, deren Flächen sich parallel richten, diese Zonenebene die Verwachsungsebene der Embryonalpartikel und dadurch Grenzfläche ist. Es bleibt zu untersuchen, ob dies allgemein gilt.

Wir haben bei unserem Zwillingsgesetz:

1. Deckung der Zone $[o_2 c o_4]$ mit allen Flächen.
2. Decken der Zonenebene $[i^4 a i_4]$ mit fast genauer Einrichtung aller Flächen.
3. Symmetrische Verwachsung in Bezug auf ϱ = Zonenebene $[o_2 c o_4]$.
4. Heteroaxiale oder schiefe Verwachsung. Es decken sich fast genau die ungleichwerthigen Primärzonen $[oco]$ und $[scs]$ mit allen ihren Punkten. Aber auch jede Fläche mit rationalen Indices von Kryst. I deckt sich fast genau mit einer ebensolchen in Kryst. II, so dass jeder Flächenpunkt rational auf die Elemente des einen wie des anderen Individuums bezogen werden kann.

Wir sehen das deutlich in der Projection auf c (Taf. XV, Fig. 3). Da ist z. B.

$v = \bar{\tfrac{1}{2}}\tfrac{1}{2}$ für Kryst. I zugleich $= \bar{1}0$ für Kryst. II.
$l' = 60$ - - - - $= 3$ - - -
$q' = 5\bar{1}$ - - - - $= 42$ - - -

Es gilt allgemein die Transformation:

$$pq \text{ (Kryst. I)} \div \frac{p-3q}{2}\,\frac{p+q}{2} \text{ (Kryst. II)}.$$

Da nach unserer Anschauung jede Flächennormale eine Kraftrichtung ist, so decken sich alle Kraftrichtungen an Kryst. I mit solchen von Kryst. II. Das bewirkt die feste Verknüpfung.

Wir könnten als Ursache unserer regelmässigen Verwachsung **Drehung um Axe ⊥ c** und **heteroaxiale Verwachsung** der Partikel annehmen. Gegen diese Auffassung als genetische spricht bei unserem Zwilling die Verwachsungsebene. Es wäre als solche c zu erwarten und ein Vertauschen der Richtungen innerhalb eines scheinbar einheitlichen Krystalles. Das dürfte in der That häufig vorkommen. Dafür spricht das optische Verhalten wie es Mallard (Bull. soc. franç. 1882, 5, 237, Cymophane; diese Zeitschr. 9, 404) beschreibt und deutet.

Viellinge beim Chrysoberyll sind von Verschiedenen beschrieben worden. Der Thatbestand ist klargelegt, doch möge hier eine genetische Erklärung der verschiedenen Arten versucht werden. Zur Illustration

mögen die Figg. 5—8, Taf. XV dienen. Sie geben projicirt auf *c* den gewöhnlichen Zwilling, dann die Vierlinge, wie sie Hessenberg Taf. 2, Fig. 27—30 nach J. D. Dana abbildet. Jede Krystallfigur umgeben von den Chrysoberyll-Partikeln in stereographischer Projection, so orientirt, wie sie sich zu dem betreffenden Vielling zusammenlegen. Neben jedem Krystalltheil steht die Partikel von gleicher Orientirung. Als Anhalt für die Orientirung der Individuen im Zwilling dient die Streifung. Sie geht stets parallel der Kante *ac* und steht daher senkrecht auf der Zonenlinie *aca* in der Partikel.

Anmerkung. Die Projection einer Krystallpartikel mit ihren Knoten ist die gleiche, wie die Projection eines aus solchen gebauten Krystalles mit seinen Flächen. Wir können also ein solches Projectionsbild zugleich und abwechselnd als Bild der Partikel oder des Krystalles ansehen. Die Zusammenstellung der Partikelbilder giebt ein Bild der Verwachsung mehrerer Individuen.

Wir sehen, dass bei allen abgebildeten Viellingen nur Partikel von drei Orientirungen auftreten, jedes gegen das benachbarte um 60° um die *c*-Axe gedreht.

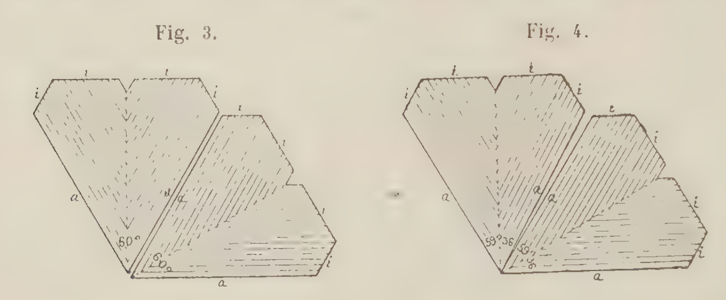
Taf. XV, **Fig. 5.** Zwilling bildet sich so, dass zwei Embryonalpartikel (I und II) sich in Orientirung 1, 2 in einem Punkte der Grenzlinie verknüpfen und weiter wachsen, indem an I und II weitere Partikel sich parallel anlegen.

Taf. XV, **Fig. 6.** Sechs Partikel (1—6) treten zu einer ringförmigen Embryonalgruppe[1]) zusammen im Anfangspunkt (Mittelpunkt) des Gebildes. Durch parallele Anlegung an die sechs embryonalen Partikel wächst jede derselben zu einem Krystall aus. Es bildet sich der Sechsling. Die Partikel 1 und 4, 2 und 5, 3 und 6 sind gleich orientirt.

Taf. XV, **Fig. 7.** Hier zeigen sich ausser der zarten Streifung parallel Kante *ca* sechs starke Fugen (in der Figur stärker ausgezogen). Es ist eine Gruppe von zwölf Individuen. Die Partikel aber auch nur in den drei Orientirungen von Fig. 6. Die Bildung können wir uns folgendermassen vorstellen: Im Anfangspunkt tritt ein Embryonalring aus sechs Pärchen zusammen. Jedes der Pärchen (1.2) (2.3) (3.4) (4.5) (5.6) vereinigt wie beim Zwilling Fig. 5. Jedes durch parallele Anlagerung zu einem Zwilling auswachsend. Nun ist der Winkel an der inneren Spitze der Zwillinge nicht genau 60°, sondern kleiner. Bei dem oben beschriebenen Zwilling wurde der äussere Winkel an der Spitze zu 59° 31′ bestimmt, wenn sich die Partikel in den Pärchen genau orientiren. Es entsteht ein Grenzconflict betreffs Ausfüllung des Winkelraumes von 360° um den Embryonalpunkt, den Fig. 3 und 4 (S. 472) darstellen mögen. Wären die Winkel der inneren Spitzen genau 60°, so legten sich die Flächen *aa* glatt aneinander. Es entstände ein Verschmelzen der parallel orientirten Nachbarindividuen

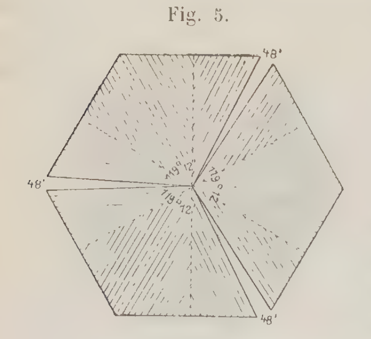
1) Vergl. diese Zeitschr. 1898, **29**, 365.

(Fig. 3). Ist der Winkel, wie hier, kleiner als 60°, so entsteht ein Klaffen, eine Grenzfuge, die sich unregelmässig mit der Substanz beider Nachbarn füllt und leicht als Rinne bemerkbar bleibt. Auch entsteht ein Schwanken in Orientirung der Pärchen gegen einander. Wäre der Winkel grösser als


Fig. 3. Fig. 4.

60°, so entstände ein Ueberschieben in die gegenseitigen Gebiete. Ob unter solchen Umständen Sechslinge zu Stande kommen, wäre zu untersuchen. Ich weiss nicht, ob es schon geschehen ist.

Taf. XV, **Fig. 8.** Neun Individuen bilden die Gruppe. Je drei Partikel sind in engeren Verband getreten: (2.3.4) (4.5.6) (6.1.2). Sie bilden je eine Embryonalgruppe, aus der durch parallele Anlagerung weiterer Partikel je ein Drilling erwächst. Der Winkel an der inneren Spitze jeder dieser Drillinge ist nicht genau 120°, sondern kleiner. (Nach obiger Messung $2 \times 59^\circ 36' = 119^\circ 12'$.) Es entsteht ein Schwanken beim Auftheilen des Winkelraumes von 360° um den Embryonalpunkt, daher die dreimalige Fuge von im Mittel circa 48′ Winkel.


Fig. 5.

Wir können es auch so auffassen: Zwölf Individuen bilden engere Verbände von je zwei Zwillingspärchen nach Fig. 5 Taf. XV. Je zwei Pärchen legen sich glatt aneinander zu einem Doppelpärchen, wobei ihre inneren Individuen durch genaues Parallel-Legen in eins verschmelzen; wie nebensteh. Fig. 5 übertrieben und schematisch darstellt. Die Fuge ist die Grenze zwischen den einzelnen engeren Verbänden. Letztere Deutung scheint mir die bessere.

Nicht wesentlich verschieden aber historisch (d. h. der Folge der Vorgänge nach) präciser, ist folgende Auffassung. Es vollzieht sich zuerst die Vereinigung der freien Embryonalpartikel zum engeren Verband; diese Verbände, so lange sie klein und beweglich (embryonal) sind, legen sich aneinander, oder es rückt der eine in den Winkelraum des anderen ein. Jedes Individuum wächst dann für sich durch paralleles Anlagern weiter.

Die ganze Fuge erscheint dann als die Linie des nachträglichen Zusammenrückens.

Illustrirt wird diese Deutung durch eine Gruppe von Greenfield, welche Hessenberg abbildet[1]) und die hier reproducirt werden möge, da Hessenberg's Abhandlung Vielen nicht zugänglich ist (Taf. XV, Fig. 9).

Wir sehen da von einem Punkt ausgehend, der durch die Streifung angezeigt ist, zwei engere Verbände; oben von drei, unten von vier Individuen (oder auch oben von zwei, unten von drei Pärchen). An der Grenze der engeren Verbände erscheint rechts eine starke Fuge, links ist ein Winkelraum von ca. 60° offen geblieben. Die fertige obere Gruppe hat sich vermuthlich an die fertige untere angelegt und beide sind so weiter gewachsen. Zur Ausfüllung des Winkelraumes links hat sich zur Zeit der Anfangsbildung eine passende Zwillingsgruppe nicht gefunden.

Chrysoberyllfünfling von Ceylon.

Es erschien wichtig, die oben gegebenen Schlüsse über Viellingsbildung im Allgemeinen und speciell am Chrysoberyll an einem neuen Beispiel zu prüfen und dabei gerade auf die Punkte zu achten, die für die gegebene Auffassung charakteristisch sind. So auf die Frage: Welche Flächen der vereinigten Individuen haben den gleichen Projectionspunkt oder fallen gar in dieselbe Ebene? Sind es gerade die stärksten Flächen, die Primärknoten oder Primärdominanten, die das thun?

Ein solches Beispiel bot ein vortrefflich ausgebildeter flächenreicher Vielling, den der Verfasser 1894 aus Ceylon mitgebracht hat. Der Krystall ist von grünlichgelber Farbe, seine Länge ist 18 mm, die Breite 14 mm, die Dicke 10 mm. Fig. 10, Taf. XV giebt das Kopfbild der oberen, Fig. 11 das der unteren Hälfte; die Grössenverhältnisse möglichst genau nach der Natur. Er ist nach dem gewöhnlichen Alexandrit-Gesetz gebildet. Sechs Individuen mit *c* deckend, um die *c*-Axe um je 60° gedreht, wie oben beschrieben. Eines der Individuen (6) fehlt. Es ist ausgebrochen oder nicht entwickelt. Es fanden sich folgende Flächen:

Kryst.	Oben	Unten
1	*c b a i . x m s . . . o .*	*c b a i . x . . s r . . o . .*
2	*c b a i k x . s r g* (*d*) *o .*	*c b a i k x . m s r g . o n q*
3	*c b a i k x m s r g . o n*	*. b a i k x . m s r g . o n .*
4	*. b . i . x . . . . o .*	*. b . i . x y . . . .* (*d*) *o . .*
5	*c . a i . x . . . . . o n*	*. b a i . . . .*

1) Senckenb. Abh. 1863, 4, Taf. II, Fig. 23.

Von den neuen Flächen des S. 455 beschriebenen Zwillings fanden sich hier:

- **g** mit vier scharfen Flächen. Das bestätigt die Wichtigkeit von g, die aus der Discussion der Zahlenreihe hervorgeht (S. 466),
- **q** mit einer schwachen aber sicheren Fläche.

Von Formen die am obigen Zwilling fehlen, aber von anderen Autoren angegeben sind:

- **y** mit einer sehr guten Fläche,
- **d**? fraglich, schwach, 1—2° von der berechneten Position abweichend.

Die **Elemente** liessen sich dank dem Flächenreichthum und der Güte der Reflexe noch genauer bestimmen, als bei dem obigen Zwilling. Sie ergaben als Mittel aus den 35 besten Messungen:

$$\left.\begin{array}{l} p_0 = 0{,}4710 \\ q_0 = 0{,}8090 \end{array}\right\} \text{(Aufst. II)}, \quad \text{oder:} \quad \left.\begin{array}{l} p_0 = 1{,}2361 \\ q_0 = 0{,}5822 \end{array}\right\} \text{(Aufst. I)}.$$

Ich halte diese Elementbestimmung noch für etwas genauer, als die an dem Zwilling S. 461.

Das **Projectionsbild** Taf. XV, Fig. 12 zeigt die Projectionspunkte der oberen Krystallhälfte für **c** als Polfläche, und zwar so, wie es unmittelbar durch Auftragen der Flächenpunkte aus den gemessenen Positionswinkeln ($\varphi\varrho$) der als einheitlicher Krystall behandelten Gruppe erhalten ist. Es ist das genaue Abbild der Beobachtung ohne Idealisirung.

Das gnomonische Bild der unteren Fläche wurde nicht abgedruckt, um Raum zu sparen, es zeigt die gleichen Erscheinungen.

Im Projectionsbild trägt der Buchstabe der Fläche die Nummer des Krystallindividuums, an dem die Fläche sitzt, ebenso in den Kopfbildern (Taf. XV, Fig. 10 und 11). So bedeute s_3 eine Fläche s am Individuum 3.

Die Gruppe bildet ein **zusammengesetztes System** von hexagonaler Symmetrie. Die Punkte weichen von den dem hexagonalen System entsprechenden Orten nur wenig ab, so wenig, dass es bei den kleinen Dimensionen der Figur fast nicht zu sehen ist. Aber auch in den Originalbildern mit 5 cm Radius des Grundkreises sind die Abweichungen unbedeutend. Sie bewegen sich in Grenzen wie bei einem gut ausgebildeten einfachen hexagonalen Krystall. Wenn man die Einzelindividuen des Chrysoberyll nicht kennte, nicht die einspringenden Winkel und die Eigenthümlichkeit der Flächenbeschaffenheit, sowie die physikalischen Verhältnisse (Spaltung, Optik), aus dem Projectionsbild allein würde man die Gruppe für einen hexagonalen Krystall halten.

Das **Zusammenfallen von Punkten** mehrerer Krystalle entsprechend den Parallelstellen mehrerer Flächen beobachten wir an mehreren Stellen. Wir finden im Projectionsbild folgende Punkte zusammenfallend:

In der oberen Hälfte: $(o_1 o_2)$; $(o_3 o_4 s_2)$; $(o_4 o_5 s_3)$; $(o_3 s_1)$; $(c_1 c_2 c_3 c_5)$
- - unteren - : $(o_1 o_2)$; $(o_3 o_4 s_2)$; . . $(c_1 c_2 \quad)$
am Rand : $(a_2 a_5 i_3 i_4)$; $(i_1 i_2)$; $(i_2 i_3 a_4)$; $(a_1 i_5)$.

Von diesen sind nicht nur parallel, sondern fallen in dieselbe Ebene:

oben die Flächen: $(c_1 c_2 c_3 c_5)$; $(o_1 o_2)$; $(s_2 o_3)$; $(s_3 o_4)$
unten - - : $(c_1 c_2 \quad)$; $(o_1 o_2)$; . $(s_3 o_4)$
am Rand : $(i_1 i_2)$?.

Die Gleichheit der Richtungen ist keine absolute. Die Reflexe weichen um eine Anzahl Minuten ab. So z. B.:

oben bei $(o_1 o_2)$ um 11′, bei $(o_4 o_5 s_3)$ um 10′ resp. 32′ } in Bezug auf φ.
unten bei $(o_1 o_2)$ um 52′, bei $(o_3 s_2)$ um 8′ }

Solche Abweichung ist aber auch bei paralleler Verwachsung mehrerer Individuen die gewöhnliche Erscheinung.

Interessant und genetisch wichtig ist bei den **heterogenen Flächen** $(s_2 o_3)$ und $(s_3 o_4)$ oben sowie $(s_3 o_4)$ unten das Decken nicht nur der Projectionspunkte, sondern das **Zusammenfallen in eine Ebene.** Dass hier nicht ein Zufall waltet, zeigt die Wiederholung der gleichen Erscheinung oben und unten und mit den entsprechenden Flächen; sowie die Vollkommenheit der Coincidenz. Es ist ferner hervorzuheben, dass ausser **c** gerade **o** und **s** zusammenfallen, die wir aus der Formenentwickelung als Primärknoten und somit als Träger der Hauptattractionskräfte kennen gelernt haben.

Dies Zusammenfallen heterogener Flächen zeigt ein gemeinsames gleichmässiges Fortwachsen. Aus diesem ist man geneigt zu schliessen, dass die Intensität der Attraction, d. h. die Kraft ihrer Normalen nahezu gleich ist für diese heterogenen Flächen[1]), sonst bliebe die eine beim Wachsen hinter der anderen zurück. Zeigt sich dieser Schluss als zuverlässig, so ist er wichtig, denn es ist unsere nicht leichte Aufgabe, die Intensität der krystallbauenden Kräfte, zunächst die relative, zu ermitteln.

Analogon. Wir finden das Analoge bei anderen Krystallarten, z. B. beim **Orthoklas.** Als Hauptprimärknoten erscheinen da **P** = 0 (001) und **M** = 0∞ (010). Eine Discussion der Zwillingsgesetze[1]) bei den Feldspäthen zeigte **P** und **M** als ausschliessliche Verwachsungsebenen. Beim Bavenoer Gesetz P und M mit Vorliebe in eine Ebene fallend. Beim Karlsbader Gesetz fallen $P = 0\,(001)$ und $x = -10\,(\bar{1}01)$ fast genau in gleiche Richtung, und wir haben viele Zwillinge (Striegau, Baveno, . . .), bei denen die P- und x-Flächen in eine zusammenfallen, so zwar, dass nur an Zeichnungen oder Färbungen die Gebiete beider unterschieden werden.

Quarz. Verwachsung nach der Hauptaxe. Drehung 60°. Die primären nicht ganz gleichwerthigen Rhomboëder r und $\varrho = \pm 10$ richten sich parallel und fallen in

1) Vergl. diese Zeitschr. 1898, **29**, 371 und 378.

eine Ebene, so dass nur Oberflächenzeichnungen die Gebietsgrenzen erkennen lassen. Es sind aber $r\varrho = \pm 10$ (wie *so* beim Chrysoberyll) die Primärknoten, von denen die Formenentwickelung des Quarz ausgeht, die Träger seiner Hauptprimärkräfte [1]).

Ich zweifle nicht, dass die Untersuchung von Zwillingen und Viellingen anderer Krystallarten dieselbe Thatsache zu Tage bringen wird, dass es die Primärknoten sind, die sich einrichten. Bestätigt sich dieses Gesetz, so haben wir im Decken der Flächen bei Zwillingsbildung ein Kennzeichen für die Primärknoten, das besonders dann von Werth ist, wenn Armuth an Formen eine Herleitung der Primärknoten aus der Formenentwickelung nicht gestattet.

---

1) Vergl. diese Zeitschr. 1898, **30**, 257; 1899, **32**, 64 u. 65; 1896, **26**, 14; 1897, **28**, 418.

XIX. Auszüge.

1. J. Thomsen (in Kopenhagen): **Ueber Abtrennung von Helium aus einer natürlichen Verbindung unter starker Licht- und Wärmeentwickelung** (Zeitschr. f. phys. Chemie 1898, **25**, 111).

Ein im Kryolithlager zu Ivigtut in Südgrönland vorkommendes Mineral, das regulär krystallisirt und aus Fluorcalcium und ein paar Procent von Fluorverbindungen der Cerium- und Yttriumgruppe besteht, zeigt, wie der Verf. schon vor längerer Zeit fand, beim Erhitzen eine intensive Lichterscheinung und Wärmeentwickelung. Die nähere Untersuchung zeigte, dass dabei ein Gas entwickelt wird, das zum grossen Theile aus einer Kohlenstoffverbindung besteht, daneben aber auch Helium enthält (vergl. eine ähnliche Beobachtung von Ramsay und Travers, diese Zeitschr. **31**, 283).

Ref.: V. Rothmund.

2. K. Schaum (in Marburg): **Ueber die Krystallisation des unterkühlten Benzophenons** (Ebenda 722).

Es wurden die Umstände untersucht, von denen die freiwillige Krystallisation des unterkühlten Benzophenons abhängt. Zu dem Zwecke wurde 0,5—1 ccm Benzophenon in Röhren, welche Zusätze wie Quecksilber, Platinschnitzeln, Glasperlen, Glasstückchen, Granaten, Sand, Bimsstein oder Marmorstückchen enthielten und deren Wände angeätzt oder mit einer Fettschicht überzogen waren, geschmolzen und abgekühlt. Wenn auch die unter gleichen Bedingungen ausgeführten Versuche häufig von einander verschiedene Resultate ergaben, so zeigte sich doch ein deutlicher Einfluss der Zusätze und der Wandbeschaffenheit, indem der Inhalt der in der genannten Weise behandelten Röhren in einer viel grösseren Anzahl von Fällen erstarrte als der solcher Röhren, welche keine oder indifferente Zusätze wie Naphtalin enthielten. Am meisten wirkten Sand und Marmorstückchen. Ein Einfluss der Menge des Benzophenons wurde nicht bemerkt. Je öfter dasselbe in der Röhre geschmolzen wurde, um so mehr nahm die Neigung zur freiwilligen Krystallisation ab. Auffallender Weise entstand bei allen Versuchen die stabile Modification.

Ref.: V. Rothmund.

3. G. Tammann (in Dorpat): **Ueber die Abhängigkeit der Zahl der Kerne, welche sich in verschiedenen unterkühlten Flüssigkeiten bilden, von der Temperatur** (Ebenda 441).

Der Verf. geht von der Ansicht aus, dass in einer unterkühlten Flüssigkeit im Laufe der Zeit immer einmal an einer oder mehreren Stellen spontan sich ein Krystall bilden müsse, und dass demnach der Schmelz- oder Krystallisations-

punkt auch als diejenige Temperatur bezeichnet werden könne, unterhalb welcher die spontane Krystallisation bei grossem Flüssigkeitsvolumen oder während langer Zeit nothwendig wird. Die »Kernzahl«, d. h. die Zahl der Punkte, von denen die freiwillige Krystallisation ausgeht, hat nach der Annahme des Verf. nicht mehr den Charakter einer zufälligen Grösse, wenn Zeit und Volumen gross genug gewählt werden. Die Bestimmung der Kernzahl bei einer grossen Anzahl von Stoffen und die Untersuchung der Umstände, von denen sie abhängt, ist der Gegenstand der vorliegenden Abhandlung.

Um die Kernzählung auch bei tiefen Temperaturen, bei denen die Geschwindigkeit, mit der die Kerne wachsen, sehr klein ist, ausführen zu können, bediente sich der Verf. eines Kunstgriffes, indem er die Flüssigkeit zuerst der betreffenden Temperatur aussetzte, sie »exponirte« und dann »entwickelte«, d. h. auf eine hohe Temperatur brachte, bei der die Kernzahl sehr klein, die Krystallisationsgeschwindigkeit dagegen sehr gross ist. Einen Beweis für die Zulässigkeit des Verfahrens sieht der Verf. darin, dass die nach diesem Verfahren ermittelte Kernzahl sich der Expositionszeit und dem Volumen proportional erwies.

Die Zahl der Kerne ist auch im günstigsten Falle nicht grösser als 1000 in der Minute im Cubikmillimeter. Zusätze von löslichen Substanzen wirken je nach ihrer Natur vermehrend oder vermindernd auf die Kernzahl, ebenso unlöliche Zusätze, wie gepulverter Quarz; die Temperatur des Maximums der Kernzahl wird dagegen durch Zusätze nur wenig verändert.

Bei den meisten Stoffen treten zwei oder mehr Kernarten auf, die den verschiedenen Modificationen entsprechen.

Die Kernzahl ist in der Nähe des Schmelzpunktes sehr klein, erreicht bei sinkender Temperatur ein Maximum und nimmt dann sehr rasch ab. Daraus folgt, dass, wenn die Kernzahl klein ist, es gelingen muss, die Substanz durch das Gebiet mit der grössten Neigung zur Krystallbildung hindurchzuführen. Ist dies gelungen, so haben wir die Substanz in dem Zustande vor uns, den man als amorph oder glasartig bezeichnet, der aber nichts anderes ist als der einer stark unterkühlten Flüssigkeit von grosser Zähigkeit. Es gelang bei mehr als einem Drittel der untersuchten Substanzen, sie durch rasche Abkühlung in amorphe Körper überzuführen. Der Verf. schliesst daraus, dass es bei genügend rascher Abkühlung möglich sein müsse, alle Stoffe als Gläser zu erhalten.

Ref.: V. Rothmund.

4. **H. Goldschmidt** und **H. C. Cooper** (in Heidelberg): **Versuche über die Löslichkeit der Carvoxime** (Zeitschr. f. phys. Chemie 1898, **26**, 711).

Die drei Modificationen des Carvoxims $C_{10}H_{14}{=}NOH$ bieten ein geeignetes Material, um die Löslichkeitsverhältnisse optisch isomerer Körper zu studieren. Zunächst konnte daran die Frage geprüft werden, ob die Löslichkeiten der rechts- und linksdrehenden Modification, die im Allgemeinen gleich sind, in einem optisch activen Lösungsmittel, einer von van't Hoff geäusserten Vermuthung entsprechend, verschiedene Werthe haben. Als Lösungsmittel wurde r-Limonen verwendet. Das Ergebniss war, dass die beiden Löslichkeitscurven vollkommen zusammenfallen. Dann wurde die Löslichkeitscurve des geschmolzenen r-Carvoxims mit derjenigen des geschmolzenen i-Carvoxims verglichen, um die von Ladenburg geäusserte Ansicht zu prüfen, dass es auch im flüssigen Zustande racemische Verbindungen gebe. Auch diese Löslichkeitscurven sind vollkommen identisch, woraus folgt, dass das i-Carvoxim im geschmolzenen Zustande keine

Verbindung, sondern ein Gemenge der beiden activen Componenten ist. Dagegen fällt, wie vorauszusehen, die Löslichkeitscurve der festen inactiven Substanz nicht mit derjenigen der activen zusammen.

Ref.: V. Rothmund.

5. E. C. J. Mohr (in Amsterdam): **Gleichgewichtsstudien über das System: Wasser, Salmiak, Eisenchlorid** (Zeitschr. f. phys. Chemie 1898, **27**, 193).

Die eigenartigen, namentlich durch das Auftreten der Mischkrystalle von Eisenchlorid und Salmiak, des »Eisensalmiaks«, interessanten Gleichgewichte des Systems: Wasser, Salmiak, Eisenchlorid sind von Roozeboom eingehend studirt worden (s. diese Zeitschr. **24**, 415). Die vorliegende Arbeit ist eine Fortsetzung dieser Untersuchung. Der Verf. bestimmte die Löslichkeit für die Temperaturen 25°, 35° und 45° und fand, dass die Löslichkeitscurven der Mischkrystalle, sowie des Doppelsalzes $FeCl_3.2NH_4Cl.H_2O$ durch Erhöhung der Temperatur wenig geändert werden. Neu entdeckt wurden die Doppelsalze $FeCl_3.NH_4Cl$ und $2FeCl_3.NH_4Cl.4H_2O$. Letzteres krystallisirt regulär und wurde früher als ein reguläres Hydrat des Eisenchlorids angesehen. Die Natur der Mischkrystalle definitiv aufzuklären gelang nicht. Am wahrscheinlichsten ist es, dass sie Mischungen des letztgenannten Doppelsalzes mit Salmiak sind.

Ref.: V. Rothmund.

6. M. Herschkowitsch (in Leipzig): **Beiträge zur Kenntniss der Metalllegirungen** (Ebenda 123).

Zur Untersuchung der Metalllegirungen und speciell zur Prüfung, ob man dieselben als chemische Verbindungen anzusehen habe, verwendet der Verf. eine neue Methode, nämlich die Messung des Potentialunterschiedes, den Metalllegirungen von verschiedener Concentration gegen Lösungen von Salzen des unedleren der beiden Metalle zeigen. Beim Erstarren eines im flüssigen Zustande einheitlichen Gemisches von zwei Metallen sind vier Fälle möglich, die bei der Untersuchung nach diesem Verfahren charakteristische Verschiedenheiten aufweisen.

1) Beide Metalle scheiden sich in reinem Zustande aus, bilden also ein mechanisches Gemenge. Ein solches Gemenge zeigt bei jeder Zusammensetzung das Potential des unedleren der beiden Metalle. Cadmium-Wismut verhalten sich so.

2) Die Metalle lösen sich im festen Zustande theilweise; es wird dann, so lange die beiden Phasen vorhanden sind, ein constantes Potential herrschen, das zwischen den Potentialen der reinen Metalle liegt. Verschwindet die eine Phase, so nimmt das Potential variabele Werthe an, die zwischen dem erwähnten constanten Werthe und dem Potential des im Ueberschusse vorhandenen Metalles liegen. Dies Verhalten wurde gefunden bei folgenden Metallpaaren: Cadmium-Zinn, Cadmium-Blei, Zink-Zinn, Zink-Wismut, Kupfer-Silber.

3) Die Metalle sind im festen Zustande in jedem Verhältnisse mit einander mischbar. Es ändert sich dann das Potential stetig mit der Zusammensetzung. Maxima oder Minima können nicht auftreten. Ein Metallpaar von diesem Verhalten wurde nicht gefunden.

4) Die Metalle bilden eine chemische Verbindung. Es wird dann, so lange das unedlere Metall im Ueberschusse ist, der Verlauf der Curve dem einen oder anderen der genannten Fälle entsprechen; sobald die Zusammensetzung gleich

der der Verbindung geworden ist, tritt ein plötzlicher Abfall des Potentials ein. In dieser Weise wurde das Vorhandensein folgender Verbindungen festgestellt: Zn_2Cu, Zn_4Ag, $ZnSb_2$, Cu_3Sn, Ag_4Sn.

Ref.: V. Rothmund.

7. **R. Schenck** (in Marburg): **Untersuchungen über die krystallinischen Flüssigkeiten** (Zeitschr. f. phys. Chemie 1898—1899, I. **25**, 337; II. **27**, 167; III. **28**, 280; IV. **29**, 546. — Ferner weniger ausführlich: Habilitationsschrift, Marburg 1897; Physikalische Zeitschr. **1**, 409 und 425).

I. Die Arbeiten beschäftigen sich mit einer eingehenden Untersuchung der physikalischen Eigenschaften der interessanten Substanzen, deren merkwürdiges Verhalten Lehmann (s. diese Zeitschr. **21**, 141—143) veranlasste, sie in einem gewissen Temperaturintervall als »flüssige Krystalle« zu bezeichnen. Während Lehmann's Untersuchungen sich auf die Beobachtung der optischen Eigenschaften unter dem Mikroskope beschränkten, hat der Verf. die Substanzen in grösseren Quantitäten dargestellt, durch Versuche über eine Anzahl physikalischer Eigenschaften derselben die Richtigkeit der Lehmann'schen Auffassung bestätigt und zur Aufklärung der Natur der flüssigen Krystalle wesentlich beigetragen.

Die untersuchten Substanzen waren Cholesterylbenzoat, p-Azoxyanisol und p-Azoxyphenetol. Schmilzt man eine von diesen Substanzen, so entsteht eine trübe doppeltbrechende Flüssigkeit, die dann bei einer ganz bestimmten höheren Temperatur klar und isotrop wird; beim Abkühlen treten die gleichen Erscheinungen in umgekehrter Reihenfolge ein. Der Schmelzpunkt des Cholesterylbenzoats ist $145,5^0$, der Umwandlungspunkt 178^0, beim Azoxyanisol sind die Temperaturen 114^0 und $134,1^0$, beim Azoxyphenetol $134,5^0$ und $165,2^0$. Dabei ist unter Schmelzpunkt die Temperatur zu verstehen, bei der die feste Substanz sich in die trübe doppeltbrechende Flüssigkeit verwandelt, und unter Umwandlungspunkt die Temperatur, bei der die letztere in eine klare isotrope Flüssigkeit übergeht. Zwischen diesen beiden Temperaturen liegt also das Existenzgebiet des flüssigen Krystalles.

Die Dichte zeigt im Uebergangspunkte einen Sprung, der beim Azoxyanisol und Azoxyphenetol sehr deutlich, beim Cholesterylbenzoat kleiner, aber doch sicher erkennbar ist. In allen drei Fällen ist die isotrope Flüssigkeit dichter als der flüssige Krystall.

Die Untersuchung der molekularen Oberflächenenergie in ihrer Abhängigkeit von der Temperatur wurde ausgeführt, um daraus auf Grund eines Satzes von Eötvös und Ramsay das Molekulargewicht der Substanzen in beiden Zuständen zu bestimmen. Es ergab sich, dass beim Azoxyanisol und Azoxyphenetol die Molekulargewichte der krystallinischen und der isotropen Flüssigkeit die gleichen sind, während das Cholesterylbenzoat im flüssigen krystallinischen Zustande starke Association zeigt.

Der Umwandlungspunkt wird durch Zusätze genau wie ein Schmelzpunkt erniedrigt. Der Satz von van't Hoff ermöglicht es, aus der Grösse dieser Erniedrigung die Umwandlungswärme zu berechnen. Sie ergab sich beim Azoxyanisol = 4,42 cal.

II. Die innere Reibung hat im Umwandlungspunkte einen deutlichen Sprung. Beim Cholesterylbenzoat nimmt sie ab beim Uebergange aus dem anisotropen in den isotropen Zustand, beim Azoxyanisol dagegen nimmt sie zu. Im letzteren Falle ist also die krystallinische Flüssigkeit flüssiger als die isotrope.

III. Von Quincke ist die Ansicht ausgesprochen worden, dass die flüssigen

Krystalle ein Haufwerk von kleinen festen Krystallpartikelchen darstellen, die von einer feinen Flüssigkeitshaut umgeben sind. Der Verf. zeigt nun, dass es sich bei seinen Präparaten um eine einheitliche Substanz handelt. Dass keine festen unlöslichen Verunreinigungen die Ursache der Erscheinungen sein können, ergiebt sich daraus, dass nach dem Filtriren der geschmolzenen Substanz genau das Gleiche zu beobachten war wie vorher. Dass aber keine gelösten Verunreinigungen vorhanden waren, wurde dadurch nachgewiesen, dass ein Theil der Substanz als krystallinische Flüssigkeit von dem oben sich ansammelnden isotropen Reste abgetrennt und beide Theile für sich untersucht wurden. Es müssen dann die Verunreinigungen sich in der oberen Schicht vorfinden. Bei sorgfältig gereinigten Präparaten zeigten beide Schichten den gleichen Umwandlungspunkt. Auch durch Umkrystallisiren aus drei verschiedenen Lösungsmitteln wird der letztere nicht geändert. Dadurch ist die Einheitlichkeit des Materials erwiesen.

Ostwald hat die Vermuthung ausgesprochen, dass die flüssigen Krystalle Substanzen sind, die sich in der Nähe des theoretisch angenommenen kritischen Punktes für den Uebergang fest-flüssig befinden. Der Verf. berechnet auf Grund dieser Annahme die kritischen Daten. Die Aenderung der Umwandlungswärme mit der Temperatur lässt sich aus den specifischen Wärmen berechnen und daraus dann die Temperatur, bei der die Umwandlungswärme Null ist. Dies ist aber die gesuchte kritische Temperatur. Sie liegt zwischen 18° und 27° über dem Umwandlungspunkte; der zugehörige kritische Druck beträgt zwischen 242 und 364 Atmosphären.

IV. In der vierten gemeinsam mit Fr. Schneider ausgeführten Arbeit wird gezeigt, dass man durch Zusätze den Umwandlungspunkt so weit erniedrigen kann, dass er unterhalb des Schmelzpunktes fällt. Dann sind die flüssige und die feste krystallinische Modification monotrop und die flüssigen Krystalle sind immer im metastabilen Zustande.

Ref.: V. Rothmund.

8. H. Buxhoevden und **G. Tammann** (in Dorpat): **Die Hydrate des Magnesiumplatincyanürs und deren Löslichkeit** (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1897, **25**, 319).

Vom Magnesiumplatincyanür existiren im Temperaturintervall von 20° bis 100° vier verschiedene Hydrate, die sich durch ihre lebhafte Färbung deutlich unterscheiden. Bei der Untersuchung der Löslichkeit dieser Hydrate fanden die Verff. ein sehr eigenthümliches Verhalten des rothen, zwischen 0° und 45° beständigen Hydrates. Dasselbe hat nämlich keine constante Zusammensetzung, sondern sein Wassergehalt variirt zwischen 6,9 und 6,6 H_2O je nach der Temperatur der Lösung, aus der sich die Krystalle ausscheiden. Die Krystalle sind vollkommen durchsichtig und also homogen. Die Dampfspannung des Hydrates ist variabel und derjenigen der gesättigten Lösung gleich.

Ref.: V. Rothmund.

9. G. Tammann (in Dorpat): **Ueber die Dampfspannung von Hydraten, welche beim Verwittern durchsichtig bleiben** (Wiedem. Ann. d. Phys. 1897, **63**, 16).

Während im Allgemeinen die Zersetzung eines Hydrates in der Weise vor sich geht, dass sich ein von der zersetzten Menge unabhängiger Dissociationsdruck des Wassers einstellt, giebt es einige Fälle, in denen der Dissociationsdruck von dem Zersetzungsgrade abhängt. Ein derartiges Verhalten ist von G. Friedel

(diese Zeitschr. **29**, 416, 418, 678; **32**, 632) beim Heulandit, vom Verf. (s. das vorausgehende Referat) bei einem Hydrat des Magnesiumplatincyanürs beobachtet worden. Der Verf. hat die Dissociationscurven des letzteren Salzes, sowie des Chabasit, Desmin und Heulandit untersucht. Auch bei diesen Substanzen ist der Dampfdruck abhängig vom Wassergehalte der Substanz und folglich auch umgekehrt der letztere von der Feuchtigkeit der Umgebung. Der charakteristische Unterschied gegenüber dem Verhalten der übrigen Hydrate besteht darin, dass in den erwähnten Fällen keine zweite Phase (Anhydrid oder wasserärmeres Hydrat) auftritt, sondern die Substanz während der Zersetzung homogen bleibt. Aehnlich verhält sich nach einer Untersuchung von van Bemmelen (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1896, **13**, 269) das Gel der Kieselsäure, nur werden hier die Verhältnisse dadurch complicirter, dass die Wasseraufnahme und -abgabe nicht in umkehrbarer Weise erfolgt.

Ref.: V. Rothmund.

10. G. Tammann (in Dorpat): **Ueber die Dampfspannung von krystallisirten Hydraten, deren Dampfspannung sich continuirlich mit der Zusammensetzung ändert** (Zeitschr. f. phys. Chemie 1898, **27**, 323).

Im Anschluss an seine früheren Untersuchungen (vergl. die beiden vorausgehenden Referate) stellt der Verf. allgemeine Betrachtungen an über die Hydrate, die einen vom Zersetzungsgrade abhängigen Dissociationsdruck haben und Wasser verlieren können, ohne dadurch inhomogen zu werden. Dieselben sind nicht als chemische Verbindungen nach bestimmten Verhältnissen, sondern als feste Lösungen anzusehen. Bisher waren nur wenige Hydrate dieser Art bekannt. Der Verf. zeigt, dass folgende Mineralien sich ebenso verhalten: Gmelinit von Flinders, Victoria, Phakolith von Richmond, Victoria, Chabasit von Nalsö, Farör, Leonhardit von Schemnitz, Laumontit vom Plauenschen Grund, Phillipsit, Gismondin vom Monte Somma, Okenit von Grönland, Natrolith, Skolezit von Island, Pyrophyllit von Zermatt, Thomsonit von Kilpatrik in Schottland, Prehnit von New Jersey, Halbopal aus Ungarn, Hyalit von Waltsch in Böhmen, ferner Pechstein, braun, von Meissen, Pechstein, grün, von Garsebach, Pechstein, schwarz, von Arran, Schottland.

Lässt man den Dampfdruck nicht unter 1 mm sinken, so scheint die Wasserentziehung im Allgemeinen umkehrbar zu sein.

Ref.: V. Rothmund.

11. J. H. van't Hoff (in Berlin): **Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen, insbesondere des Stassfurter Salzlagers VI—XI**[1]) (Sitzungsber. d. k. preuss. Akad. d. Wiss. 1897—1898).

VI. J. H. van't Hoff und F. G. Donnan: Die Maximaltension der gesättigten Lösungen von Magnesiumchlorid, Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat, Kaliumchlorid und deren Doppelsalzen bei 25^0 (1897, S. 1146—1152).

Die Tensionen der gesättigten Lösungen geben Aufschluss über den Krystallisationsvorgang, da die Krystallisation immer in der Weise vor sich gehen

1) I.—V. s. diese Zeitschr. **32**, 88. Die dort referirten Arbeiten sind ferner erschienen unter dem Titel: J. H. van't Hoff und W. Meyerhoffer »Ueber Anwendungen der Gleichgewichtslehre auf die Bildung oceanischer Salzablagerungen mit besonderer Berücksichtigung des Stassfurter Salzlagers. I. Die Hydrate des Magnesiumchlorids« — Zeitschr. f. phys. Chemie 1898, **27**, 75.

muss, dass die Tension abnimmt oder constant bleibt, und über die Möglichkeit oder Unmöglichkeit der Entstehung von Doppelsalzen. — Die Tensionen wurden bei 25⁰ mittelst des Bremer-Frowein'schen Differentialtensimeters (van't Hoff, Spaltung und Bildung von Doppelsalzen, Leipzig 1897, S. 45) gemessen.

Untersucht wurden die an einem Salze (KCl, SO_4K_2, $MgSO_4 . 7H_2O$, $MgCl_2 . 6H_2O$) gesättigten Lösungen, sodann die an zwei Salzen gesättigten Lösungen, wobei neben den genannten Salzen noch die Doppelsalze Schönit $MgK_2(SO_4)_2 . 6H_2O$ und Carnallit $MgCl_3K . 6H_2O$ auftreten, und endlich die an dreien dieser Salze gesättigten Lösungen.

VII. J. H. van't Hoff und A. P. Saunders: Die Lösungen von Magnesiumchlorid, Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat, Kaliumchlorid und deren Doppelsalzen bei gleichzeitiger Sättigung von Chlornatrium bei 25⁰.

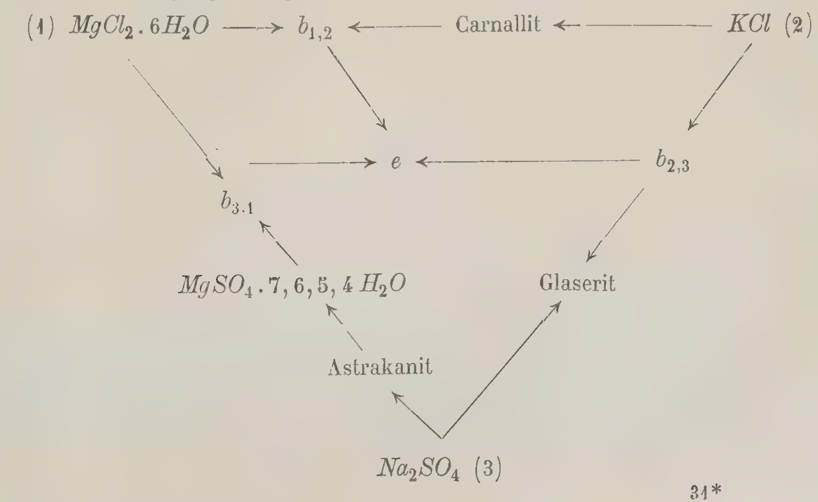
Qualitativer Theil: 1. Thenardit, Glaserit und Sulfohalit (1898, S. 387—394).

Zuerst wird eine Zusammenstellung der Salze gegeben, welche bei 25⁰ aus einer die im Titel erwähnten Bestandtheile enthaltenden und an Chlornatrium gesättigten Lösung auskrystallisiren können.

Es sind dies:

1) Natriumchlorid, Steinsalz $NaCl$,
2) Kaliumchlorid, Sylvin KCl,
3) Kaliummagnesiumchlorid, Carnallit $KMgCl_3 . 6H_2O$,
4) Magnesiumchlorid, Bischoffit $MgCl_2 . 6H_2O$,
5) Magnesiumsulfathexahydrat $MgSO_4 . 6H_2O$,
6) Magnesiumsulfatheptahydrat, Reichardtit $MgSO_4 . 7H_2O$,
7) Magnesiumkaliumsulfat, Schönit $MgK_2(SO_4)_2 . 6H_2O$,
8) Kaliumnatriumsulfat, Glaserit $K_3Na(SO_4)_2$,
9) Magnesiumsulfatpentahydrat $MgSO_4 . 5H_2O$,
10) Magnesiumsulfattetrahydrat $MgSO_4 . 4H_2O$,
11) Natriumsulfat, Thenardit Na_2SO_4,
12) Natriummagnesiumsulfat, Astrakanit $Na_2Mg(SO_4)_2 . 4H_2O$.

Dann wird zur Uebersicht über den Krystallisationsverlauf unter den angenommenen Bedingungen folgendes Schema gegeben:



Die Ecken entsprechen den an nur einem Salze gesättigten Lösungen. Jede Lösung, die zwei Salze enthält, wird beim Einengen schliesslich zu einer an zwei Salzen gesättigten Lösung; dem letzteren Falle entsprechen die Punkte $b_{1,2}$, $b_{2,3}$ und $b_{3,1}$. Von diesen gehen, wenn die Lösung sämmtliche Salze enthält, die »Krystallisationsbahnen« aus. Auf diesen scheiden sich Chlornatrium und ein Salzpaar aus, und schliesslich führen alle Bahnen zum gleichen »Krystallisationsendpunkt« e, in dem die Dampftension den kleinsten Werth hat und die Lösung unter Abscheidung von Chlornatrium, Magnesiumchlorid, Carnallit und Magnesiumsulfattetrahydrat erstarrt.

In Bezug auf das Auftreten einzelner Salze oder Doppelsalze wurden folgende Beobachtungen gemacht:

Wenn die Lösung an Chlornatrium gesättigt ist, kann das Natriumsulfat nicht als Hydrat, sondern nur im wasserfreien Zustande als Thenardit Na_2SO_4 auftreten, da der Umwandlungspunkt des Hydrats durch die Gegenwart des Chlornatriums von 39,6° auf 17,9° herabgedrückt wird.

Kaliumsulfat tritt nicht auf; das Kalium scheidet sich ab als Glaserit $K_3Na(SO_4)_2$.

Von Hidden und Mackintosh (diese Zeitschr. 1888, **15**, 294) wurde ein vom Borax Lake (California) herrührendes reguläres Mineral beschrieben, das die Zusammensetzung $3Na_2SO_4 . 2NaCl$ haben sollte und Sulfohalit genannt wurde. Zwei von den Verff. untersuchte Proben erwiesen sich als Steinsalz. Versuche das Doppelsalz künstlich herzustellen unter für seine Entstehung möglichst günstigen Bedingungen verliefen erfolglos. Die Existenz des Sulfohalits ist demnach wenigstens zweifelhaft.

VIII. J. H. van't Hoff und T. Estreicher-Rozbierski: Die Lösungen von Magnesiumchlorid, Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat, Kaliumchlorid und deren Doppelsalzen bei gleichzeitiger Sättigung an Chlornatrium bei 25°.

Qualitativer Theil: 2. Magnesiumsulfatpenta- und tetrahydrat (1898, S. 487—491).

Aus einer Magnesiumchlorid enthaltenden Lösung von Magnesiumsulfat erhält man von einer bestimmten Concentration des Magnesiumchlorids an bei 25° dem Gyps sehr ähnliche Krystalle des bisher unbekannten Magnesiumsulfatpentahydrats und dann bei weiterem Einengen das Tetrahydrat in sechseckig tafelförmigen wohlausgebildeten Krystallen. Dieselben bleiben ungeändert, wenn die Lösung so weit eingeengt wird, dass sich das Magnesiumchlorid im festen Zustande ausscheidet.

IX. J. H. van't Hoff und W. Meyerhoffer: Die Lösungen von Magnesiumchlorid, Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat, Kaliumchlorid und deren Doppelsalzen bei gleichzeitiger Sättigung an Chlornatrium bei 25°.

Qualitativer Theil: 1. Die Umrandung des Sättigungsfeldes (1898, S. 590—598).

Durch Löslichkeitsbestimmungen wurde die »Umrandung« des in der VII. Abhandlung gegebenen Schemas (s. vor. S.) festgestellt. Zunächst wurde die Zusammensetzung der Lösung bestimmt, welche ausser an Chlornatrium noch an einem der in Frage kommenden Salze ($MgCl_2 . 6H_2O$, KCl, Na_2SO_4) gesättigt ist, entsprechend den drei Eckpunkten des Schemas, und dann die Zusammensetzung der Lösungen, welche an Chlornatrium und zwei Salzen gesättigt sind.

Folgendes sind die Resultate. Die Zahlen bedeuten die auf 1000 Mol. Wasser treffende Anzahl Mol. des betreffenden Salzes.

Sättigung an zwei Salzen:	Na_2Cl_2	$MgCl_2$	K_2Cl_2	Na_2SO_4	$MgSO_4$
$MgCl_2 . 6H_2O$	$2\frac{1}{2}$	103			
KCl	$44\frac{1}{2}$		$19\frac{1}{2}$		
Na_2SO_4	51			$12\frac{1}{2}$	
Sättigung an drei Salzen:					
$MgCl_2 . 6H_2O$ und Carnallit	1	$103\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$		
Carnallit und KCl	2	$70\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$		
KCl und Glaserit	44		20	$4\frac{1}{2}$	
Glaserit und Na_2SO_4	$44\frac{1}{2}$		$10\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{2}$	
Na_2SO_4 und Astrakanit	46			3	$16\frac{1}{2}$
Astrakanit und $MgSO_4 . 7H_2O$	26	7			34
$MgSO_4 . 7H_2O$ und $MgSO_4 . 6H_2O$	$10\frac{1}{2}$	53			15
$MgSO_4 . 6H_2O$ und $MgSO_4 . 5H_2O$	2	$83\frac{1}{2}$			9
$MgSO_4 . 5H_2O$ und $MgSO_4 . 4H_2O$	1	86			8
$MgSO_4 . 4H_2O$ und $MgCl_2 . 6H_2O$	1	102			5

X. J. H. van't Hoff und W. Percy: Die Lösungen von Magnesiumchlorid, Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat, Kaliumchlorid und deren Doppelsalzen bei gleichzeitiger Sättigung an Chornatrium bei 25⁰.

Qualitativer Theil: 3. Das Auftreten von Kaliastrakanit (Leonit) bei 25⁰ (1898, S. 808—814).

Leonit (Kaliastrakanit) $MgK_2(SO_4)_2 . 4H_2O$ war bei den bisherigen Versuchen nicht aufgetreten. Es wäre denkbar, dass er bei 25⁰ nicht existenzfähig ist. Die Versuche zeigten jedoch, dass die tiefste Temperatur, bei welcher der Leonit auftreten kann, unterhalb 25⁰ liegt, dass er sich aber aus den Lösungen unter den gegebenen Bedingungen nicht spontan bildet, sondern nur, wenn die Uebersättigung durch Impfen mit einem Leonitkrystalle aufgehoben wird. Schönit $MgK_2(SO_4)_2 . 6H_2O$ wandelt sich bei Gegenwart von Kaliumsulfat in Leonit $MgK_2(SO_4)_2 . 4H_2O$ um bei 47,5⁰, bei Gegenwart von Magnesiumsulfatheptahydrat bei 41⁰ und bei gleichzeitiger Anwesenheit von Magnesiumsulfatheptahydrat und Chorkalium bei 20⁰.

XI. J. H. van't Hoff und W. Meyerhoffer: Die Lösungen von Magnesiumchlorid, Kaliumsulfat, Magnesiumsulfat, Kaliumchlorid und deren Doppelsalzen bei gleichzeitiger Sättigung an Chlornatrium bei 25⁰.

Quantitativer Theil: 2. Die Krystallisationsbahnen und der Krystallisationsendpunkt (1898, S. 814—824).

Nachdem in der IX. Abhandlung die »Umrandung« des Sättigungsfeldes festgestellt war, wurden auch die »Krystallisationsbahnen« und der »Krystallisationsendpunkt« (man vergleiche die VII. Abhandlung und das dort gegebene Schema, s. S. 483) durch Löslichkeitsbestimmungen untersucht. Während bei den vorausgehenden Bestimmungen, die der Umrandung entsprechen, je ein Bestandtheil (Magnesium, Schwefelsäure oder Kalium) fehlte, handelte es sich hier um Lösungen, die alle Bestandtheile enthalten, und ausser an Chlornatrium an drei Salzen gesättigt sind. Schliesslich wird folgende Tabelle der Löslichkeiten mitgetheilt, in der die Zahlen wieder Mol. des Salzes auf 1000 Mol. Wasser bedeuten.

Sättigung an:	Na_2Cl_2	K_2Cl_2	$MgCl_2$	$MgSO_4$
Glaserit, Schönit und KCl	26	16	$18\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$
Leonit, Schönit und KCl	$19\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{2}$	$25\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{2}$
Leonit, $MgSO_4.6H_2O$ und KCl	17	13	$30\frac{1}{2}$	$13\frac{1}{2}$
$MgSO_4.6H_2O$ und $5H_2O$ und KCl	8	$6\frac{1}{2}$	63	5
$MgSO_4.5H_2O$ und $4H_2O$, Carnallit und KCl	$2\frac{1}{2}$	6	68	5
$MgSO_4.4H_2O$, Carnallit und $MgCl_2.6H_2O$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	100	5

Die Zahlen der letzten Reihe geben die Zusammensetzung der Lösung im Krystallisationsendpunkte an.

Ref.: V. Rothmund.

12. C. Klein (in Berlin): **Die Anwendung der Methode der Totalreflexion in der Petrographie** (Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1898, 317).

Eine kurze Uebersicht der Literatur über Totalreflexion und der darauf sich beziehenden Apparate wird vorausgestellt; hierbei wird hauptsächlich auf die neuen Reflectometer von Soret, Liebisch, Pulfrich, Abbe-Czapski aufmerksam gemacht, dann aber auch auf die theoretische Arbeit von Soret, den Vorschlag von E. Bertrand und endlich auf die Methode Wallerant's.

Der Verf. macht im Anschlusse daran folgende Vorschläge:

1. Die Gemengtheile eines Dünnschliffes durch Ermittelung der Brechungsexponenten zu bestimmen.

2. Die Gemengtheile eines Dünnschliffes dadurch zu sondern, dass man bestimmt, ob dieselben, gegenüber verschiedenen Medien, Totalreflexion zeigen oder nicht.

Vorerst werden die Instrumente zur Bestimmung der Brechungsexponenten von Mineralien in Dünnschliffen vermittelst der Methode der Totalreflexion besprochen. Der Methode mit streifend einfallendem Lichte wird der Vorzug gegeben.

Verschiedene Lagen des Schliffes eines zweiaxigen Krystalles werden in's Auge gefasst und von einander unterschieden: 1. parallel einer optischen Symmetrieebene, 2. parallel einer optischen Symmetrieaxe, 3. senkrecht zu einer optischen Axe und 4. beliebige.

Zur Unterscheidung dieser Lagen dienen die vorgeschlagenen Reflectometer selbst, indem sie mit einem Mikroskope und Nicols versehen sind.

Instrument nach dem Kohlrausch'schen Principe. Die Hauptdrehtheile des von dem Verf. (1895) angewendeten, mit dem gewöhnlichen Mikroskope verbundenen Apparates werden hier einem besonderen Instrumente angepasst, das von R. Fuess construirt ist. Das Instrument selbst ist von demjenigen von Kohlrausch eigentlich nicht viel verschieden, wenn man von der einfacheren und bequemeren Art der horizontalen und verticalen Drehung und der Methode der Abblendung absieht. Die Abblendung besteht aus verschiedenen Systemen und hat hauptsächlich den Zweck, das zu untersuchende Object von den anderen zu trennen. Mit dem auch als Mikroskop dienenden Fernrohre kann das Object und die Abblendung genau justirt werden. Der Apparat hat den Zweck, die Mineralien eines Dünnschliffes nach den Brechungsexponenten zu erkennen; so genügt es, wenn die zweite Decimalstelle genau und die dritte mit nicht zu erheblichen Fehlern behaftet herauskommen.

Instrument nach dem Principe von Abbe-Czapski. Das Instrument unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Abbe'schen Refractometer dadurch, dass hier ein Mikroskop mit Nicols angebracht ist, und die Beleuchtung für die

Anwendung des Mikroskops von unten kommt. Mit Hülfe des Mikroskops kann man beobachten, ob der Schliff vollständig mit der oberen Fläche der Halbkugel in Berührung ist, und auch optisch den Schliff untersuchen und orientiren.

Der Brechungsindex der Halbkugel ist $n_D = 1,8913$. — Die Vergrösserung des Fernrohres ist 2, 1 und $\frac{2}{3}$.

Mit diesem Apparate kann sowohl mit streifendem Einfall als mit Totalreflexion gearbeitet werden.

Der Schliff ist entweder frei oder mit Canadabalsam auf dem Objectträger befestigt. Hat man ein Mineral von niedrigerem Brechungsexponenten als der von Canadabalsam (1,54), z. B. Orthoklas mit 1,523, zu untersuchen, so muss man die Verbindung mit einer Substanz herstellen, die über Glas (Objectträger) 1,51 und unter Orthoklas 1,523 ist, also z. B. ein Canadabalsam-Glyceringemisch wählen.

Die im Dünnschliffe nicht zur Beobachtung kommenden Objecte werden speciell abgeblendet.

Für besondere Zwecke hat die Halbkugel eine halbkugelförmige Höhlung, welche mit einer dickflüssigen Substanz mit gleichem Brechungsverhältniss wie die Halbkugel selbst, ausgefüllt wird.

Das Verfahren durch die Methode mit Totalreflexion wird weiter nicht erörtert.

[Ref. meint, dass, wenn eine Einrichtung von verschiedenen, übereinander liegenden planparallelen Platten vorliegt, wie der Verf. zur Untersuchung mit Totalreflexion angiebt, es vortheilhafter wäre, die obere Fläche der zu untersuchenden Platte matt zu schleifen, um die Totalreflexionsgrenzen aller übereinander gelegten Schichten abzuhalten, wie der Ref. neulich vorgeschlagen hat.

Die Einrichtung mit einer ausgehöhlten Halbkugel wird wohl bei den Dünnschliffen gute Dienste leisten, da die Bestimmung bis zur dritten Decimalstelle verlangt wird und es daher nicht zu befürchten ist, dass der Brechungsindex der Flüssigkeit während der Beobachtung sich beträchtlich ändert.]

Ref.: C. Viola.

13. A. Fock (in Berlin): **Krystallographische Untersuchung einiger organischer Verbindungen.**

2,3-Dimethylpyrazinplatinchlorid $(C_6H_8N_2.HCl)_2PtCl_4 + 2H_2O$.

Krystallisirt aus Wasser.

F. Jorre, Inaug.-Diss. Kiel 1897, S. 33.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a:b:c = 1,4044:1:?; \quad \beta = 64^0\,57'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}\,0P$, $m = \{110\}\,\infty P$.

Die Krystalle haben das Aussehen von Rhomboëdern und zeigen Dimensionen bis zu 2 mm. Sämmtliche Flächen erscheinen gebrochen und geben mehrfache Bilder, so dass die Messungsresultate — wie dies bei Grenzformen der Fall ist —, auf 1^0—2^0 unsicher sind.

		Beobachtet:
$m:m$	$= (110):(\bar{1}10) =$	$76^0\,20'$
$m:c$	$= (110):(001)$	74 50

Spaltbarkeit vollkommen nach $c\{001\}$, ziemlich deutlich nach $m\{110\}$.

Nähere optische Untersuchung wegen der Unvollkommenheit des Materials nicht durchführbar.

2-Phenylpyrazin-3-carbonsäure $C_{11}H_8N_2O_2 + H_2O$.

Schmelzpunkt 90°, wasserfrei 140°—141°. Krystallisirt aus Wasser.
F. Müller, Inaug.-Diss. Kiel 1898, S. 41.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 0,3011 : 1 : 0,6624; \quad \beta = 59^0 46'.$$

Beobachtete Formen: $b = \{010\} \infty P\infty$, $m = \{110\} \infty P$, $q = \{011\} P\infty$, $l = \{012\} \frac{1}{2}P\infty$, $c = \{001\} 0P$, $n = \{120\} \infty P2$, $t = \{230\} \infty P\frac{3}{2}$.

Die farblosen Krystalle sind theils langprismatisch nach der Verticalaxe, theils tafelförmig nach dem Pinakoid $b\{010\}$ und zeigen Dimensionen bis zu etwa 4 mm. Von den angegebenen Formen treten $l\{012\}$, $c\{001\}$, $n\{120\}$ und $t\{230\}$ nur ganz untergeordnet auf. Zur Untersuchung kamen drei verschiedene Krystallisationen, von denen die beiden ersteren recht unvollkommen waren. Die zugehörigen Individuen zeigten ausnahmslos gebrochen spiegelnde Flächen, und daneben machten sich regelmässig mehrere vicinale Formen durch starke Streifung bemerkbar. Die Individuen der letzten Krystallisation gaben dagegen gute Spiegelbilder und liessen nur die Formen $b\{010\}$, $m\{110\}$, $q\{011\}$ und $l\{012\}$ erkennen.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110) : (1\bar{1}0) =$	*29° 10′	—
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	*59 34	—
$q : m = (011) : (\bar{1}10)$	*72 40	—
$q : m = (011) : (110)$	56 38	56° 46′
$b : l = (010) : (012)$	79 10	79 12
$m : l = (110) : (012)$	58 8	58 16
$m : l = (\bar{1}10) : (012)$	64 22	64 26
$b : n = (010) : (120)$	62 23	62 31
$b : t = (010) : (230)$	68 56	68 41

Spaltbarkeit vollkommen nach $b\{010\}$.

Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene und angenähert parallel der Axe a.

Erste Mittellinie in der Symmetrieebene.

Durch das Pinakoid $b\{010\}$ gesehen machen sich die optischen Axen am äussersten Rande des Gesichtsfeldes bemerkbar.

Phenylpyrazin $C_{10}H_8N_2$.

Schmelzpunkt 127°—128°. Krystallisirt aus Wasser.
F. Müller, Inaug.-Diss. Kiel 1898, S. 45.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 4,3960 : 1 : 4,5262; \quad \beta = 89^0 2'.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\} \infty P\infty$, $m = \{110\} \infty P$, $c = \{001\} 0P$, $r\{\bar{1}01\} + P\infty$, $t = \{\bar{1}02\} + \frac{1}{2}P\infty$.

Die farblosen, glänzenden Krystalle sind tafelförmig nach dem Pinakoid $a\{100\}$ und bis zu 5 mm lang, $2\frac{1}{2}$ mm breit und $\frac{1}{2}$ mm dick. Von den Randflächen sind theils die einen, theils die anderen Flächen vorherrschend ausgebildet. Zwillinge nach dem Pinakoid $a\{100\}$ nicht selten.

		Beobachtet:	Berechnet:
$a:c$	$= (100):(001) =$	*$89^0\ 2'$	—
$m:m$	$= (110):(\bar{1}10)$	*25 38	—
$a:r$	$= (\bar{1}00):(\bar{1}01)$	*44 38	—
$a:t$	$= (100):(10\bar{2})$	63 26	$63^0 32'$
$c:m$	$= (001):(110)$	—	89 47
$t:m$	$= (\bar{1}02):(\bar{1}10)$	84 21	84 19
$r:m$	$= (\bar{1}01):(\bar{1}10)$	—	80 55

Spaltbarkeit vollkommen nach $a\{100\}$, deutlich nach $r\{\bar{1}01\}$ und nach $c\{001\}$.

Ebene der optischen Axen = Symmetrieebene.

Durch das Pinakoid $a\{100\}$ tritt eine optische Axe aus und zwar scheinbar nur circa 12^0 geneigt gegen die zugehörige Normale im spitzen Winkel β.

Ref.: A. Fock.

14. R. Koechlin (in Wien): **Krystallformen von Papaverinderivaten** (aus: G. Goldschmiedt, über Tetrahydropapaverin. Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss., Wien 1898, **107**, IIb, 346; Monatshefte f. Chem. **19**, 321).

Tetrahydropapaverinmethylalkoholat $C_{20}H_{25}NO_4 + CH_4O$.

Kryst. aus verdünntem Holzgeist, an der Luft verwitternd.

Tetragonal. $a:c = 1:0,8425$.

Grosse Prismen der Comb. $\{100\}$ $\{111\}$ $\{112\}$.

$(111):(\bar{1}11) =$	$65^0 35'$
$(112):(\bar{1}12)$	42 26
$(111):(112)$	19 $12\frac{1}{2}$

Tetrahydropapaverinnitrosamin $C_{20}H_{24}N_2O_5$.

Schmelzp. 180^0—182^0. Kryst. aus Weingeist. Monoklin.

$a:b:c = 0,8582:1:1,0651;\ \beta = 108^0\ 0'$.

Bernsteingelbe glänzende Pyramiden, Comb.: $\{241\}$, $\{\bar{2}41\}$.

$(241):(\bar{2}41) =$	$61^0 24\frac{1}{2}'$
$(\bar{2}41):(24\bar{1})$	60 $41\frac{1}{2}$
$(24\bar{1}):(241)$	23 $29\frac{1}{2}$
$(241):(\bar{2}4\bar{1})$	72 5

Ref.: P. Groth.

15. E. Cohen (in Greifswald): **Ueber das elektrische Leitungsvermögen des Troilit** (Annalen d. k. k. naturhistor. Hofmuseums, Wien 1898, **13**, 58).

Troilit leitet die Elektricität ebenso gut wie Magnetkies, und die entgegengesetzte Angabe von Beijerinck (N. Jahrb. f. Min. etc. 1898, Beil.-Bd. **11**) beruht daher auf einem Irrthum.

Ref.: P. Groth.

16. E. v. Lommel († in München): **Ueber aus Kalkspath und Glas zusammengesetzte Nicol'sche Prismen** (Sitzungsber. d. math.-phys. Kl. d. k. b. Akad. d. Wiss., München 1898, 111).

Der Verf. hat schon vor der Publication von C. Leiss (s. diese Zeitschr.

33, 112) derartige Prismen construirt. Da die Brechung in Glas und Kalkspath sich nicht für alle Farben aufhebt, ist das Gesichtsfeld verzerrt, und zwar die dem Hauptschnitte parallele Dimension relativ verkürzt, und nicht vollkommen achromatisch. Es wird die Bedingung entwickelt, unter welcher ein unter beliebiger Incidenz in den Kalkspath eintretender Strahl als ausserordentlicher die aus Glas bestehende Hälfte ohne Richtungsänderung verlässt; diese kann bei einer bestimmten Brechbarkeit des Glases nur für einen bestimmten Einfallswinkel erfüllt werden, daher die obige Verzerrung. Ist die Eintrittsfläche eine natürliche Rhomboëderfläche des Calcits und wählt man ein Crownglas, dessen $n = 1,5287$ für B, $1,5321$ für D, $1,5377$ für F, so erleidet ein der Axe des Prismas paralleler Strahl weder Richtungsänderung, noch Farbenzerstreuung, für ein solches Strahlenbündel würde ein derartig zusammengesetztes Prisma also correct wirken.

Lässt man das Licht zuerst in die Glashälfte eintreten, so werden die ordentlichen Strahlen an der Austrittsfläche des Kalkspathes zum Theil total reflectirt, zum Theil treten sie aus und bilden ein Spectrum, welches aber gegen die ausserordentlichen Strahlen stark abgelenkt ist.

Ref.: P. Groth.

17. J. Friedländer (in Berlin): **Herstellung von Diamanten in Silicaten, entsprechend dem natürlichen Vorkommen im Caplande** (Verhandl. d. Ver. z. Beförd. d. Gewerbfleisses, Berlin 1898).

Der Verf. schmolz Olivin im Knallgasgebläse zu einer ca. 1 cm grossen Kugel und rührte den dünnflüssigen Theil derselben mit einem Kohlenstäbchen; nach dem Erkalten zeigte sich dieser Theil schwarz gefärbt durch zahlreiche Einschlüsse, bestehend aus undurchsichtigen regulären Wachsthumsformen (wahrscheinlich Magnetit), einem braun durchscheinenden eisenhaltigen, amorphen Körper und aus winzigen Oktaëdern, resp. seltener Tetraëdern, welche ebenfalls braun durchscheinend waren. Beim abwechselnden Kochen mit Flusssäure und Schwefelsäure blieben nur die beiden letzten Körper zurück, von denen der amorphe auch Alkalien und selbst dem Sauerstoffgebläse widerstand, daher seine Zusammensetzung nicht festgestellt werden konnte. Die oktaëdrischen resp. tetraëdrischen Krystalle, deren Durchmesser 0,001 bis 0,01 mm betrug, zeigten in Methylenjodid höheren Brechungsindex und etwas grösseres specifisches Gewicht als die Flüssigkeit und verschwanden beim Erhitzen im Sauerstoffstrome. Diese Eigenschaften stimmen mit denen des Diamant überein. Der in Betracht kommende geschwärzte Theil der Olivinschmelze vermochte auf Rubin feine Schrammen hervorzurufen.

Ref.: P. Groth.

18. C. Claessen (in Berlin): **Ueber Dopplerit** (Chemikerzeitung 1898, 523).
W. Demel (in Troppau): **Ueber Dopplerit** (Ebenda 558).

Claessen fand in einem Dopplerit aus einem Hochmoor bei Elisenbethenfehn am Hunte-Emskanal in Oldenburg: 52,96 C, 4,67 H, 34,10 O und 8,27 Asche. Da in letzterer nur Spuren von CaO nachzuweisen waren, kann die Substanz nicht als Kalksalz betrachtet werden.

Demel weist darauf hin, dass in dem früher von ihm untersuchten, ebenfalls stickstofffreien Dopplerit von Aussee in Steiermark die Asche (5,10 %) fast zu $\frac{3}{4}$ aus CaO bestand, zu dessen Bindung keine ausreichende Menge von Mineralsäuren vorhanden war; auch giebt eine Lösung von Dopplerit in Kalilauge mit Chlorcalcium eine Fällung, in welcher der Kalkgehalt constant und sehr

fest gebunden ist. Hiernach sind die Humussäuren, welche das Material des Dopplerit bilden, theils frei, theils in der Form von Calciumsalzen vorhanden.

Ref.: P. Groth.

19. E. Zschimmer (in Jena): **Die Verwitterungsproducte des Magnesiaglimmers und der Zusammenhang zwischen chemischer Zusammensetzung und optischem Axenwinkel der Glimmer** (Inaug.-Dissert. Jena 1898. — Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. **32**, n. F. **25**).

Der Verf. isolirte eine grössere Quantität des in verschiedenen Stadien der Zersetzung begriffenen Biotit aus dem Granitit vom Schneidemüllerskopf bei Ilmenau, zwischen Manebach und Stützerbach, im Thüringer Walde. Die frischesten schwarzen Blättchen vom spec. Gew. 3,04—3,07 zeigten $2E = 13^0—16^0$ und $\alpha = 1,59$, die braunen vom spec. Gew. 2,80—2,86 ergaben $2E = 23^0—30^0$ und $\alpha = 1,58$, $\beta = 1,60$, $\gamma = 1,62$, endlich die am meisten gebleichten Blättchen, spec. Gew. 2,67—2,75, ähnliche Werthe der (mit dem Pulfrichschen Krystallrefractometer bestimmten) Brechungsindices und $2E = 18^0—30^0$, wobei aber die Axenebene zum Theil parallel, zum Theil senkrecht zur Symmetrieebene lag. Mit der Zersetzung nehmen darnach das specifische Gewicht, die Tiefe der Färbung, die Stärke des Pleochroïsmus und die Brechbarkeit ab, während der Axenwinkel zunimmt. Nach dem specifischen Gewicht wurde nun die Gesammtmasse in Portionen getrennt, von denen sechs verschiedene mit folgenden Resultaten analysirt wurden:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Spec. Gew. im Mittel	3,09	3,00	2,94	2,85	2,82	2,78
	%	%	%	%	%	%
SiO_2	32,746	35,382	35,693	33,930	35,880	36,873
Al_2O_3	14,786	15,628	17,849	16,018	18,878	21,210
Fe_2O_3	23,535	16,265	18,614	17,750	14,974	11,965
MgO	10,250	12,303	11,826	13,529	13,660	12,339
CaO	3,086	1,592	2,222	1,851	1,338	1,784
FeO	5,355	8,064	4,640	3,685	3,686	3,633
K_2O	4,299	5,342	3,271	3,294	2,249	2,364
Na_2O	—	0,218	0,394	—	—	—
H_2O	3,792	5,381	5,816	7,801	7,734	7,636
TiO_2	1,852	0,807	0,144	1,227	1,247	1,611
Summe	99,701	100,982	100,469	99,085	99,646	99,415

Diese Analysen berechnet der Verf. nun nach Tschermak's Glimmertheorie, nachdem er von jeder Portion den Gehalt an Einschlüssen, welche hauptsächlich aus Eisenoxyd bestehen, geschätzt und abgerechnet hat; aus der Menge der letzteren ergiebt sich auch eine Correctur des specifischen Gewichtes. Er findet alsdann:

Nr.	D berechnet:	D gefunden:		Formel: K-Silicat:	M-Silicat:	Fe_2O_3-Einschlüsse:
II.	2,86	3,00	1,668	$(K_2H_4)_6\ (Al_9\ Fe_2)_6Si_8O_{24}$ +	$[(Mg,Ca)_6\ Fe_2]_{12}Si_6O_{24}$	11,030
I.	2,87	3,09	2	$(K_2H_6)_6\ (Al_7\ Fe_2)_6Si_6O_{24}$ +	$[(Mg,Ca)_8\ Fe_2]_{12}Si_6O_{24}$	16,806
III.	2,73	2,94	2,025	$(K_2H_8)_6\ (Al_{16}Fe_2)_6Si_6O_{24}$ +	$[(Mg,Ca)_{11}\ Fe_2]_{12}Si_6O_{24}$	14,917
IV.	2,65	2,85	1,679	$(K_2H_8)_6\ (Al_{16}Fe_2)_6Si_6O_{24}$ +	$[(Mg,Ca)_{14}\ Fe_2]_{12}Si_6O_{24}$	14,670
V.	2,64	2,82	1,873	$(K_2H_{14})_6(Al_{44}Fe_2)_6Si_6O_{24}$ +	$[(Mg,Ca)_{14}\ Fe_2]_{12}Si_6O_{24}$	13,407
VI.	2,62	2,78	2,147	$(K_2H_{14})_6(Al_{90}Fe_2)_6Si_6O_{24}$ +	$[(Mg,Ca)_{13,3}Fe_2]_{12}Si_6O_{24}$	11,864

Nach dieser wegen der Unreinheit des Materials allerdings sehr unsicheren Berechnung ist der frische Biotit wohl ein Lepidomelan mit dem Verhältnisse $K:M = 2:1$; dieses Verhältniss bleibt auch bei der Zersetzung im Wesentlichen dasselbe, während innerhalb des ersten Silicats Kalium gegen Wasserstoff und Eisenoxyd gegen Thonerde abnimmt, und ebenso im zweiten Silicat das Eisenoxydul. Die Bleichung besteht daher nicht in einer Bildung von Muscovit.

Im zweiten Theile seiner Arbeit versucht der Verf., durch Discussion der bisherigen Glimmeranalysen Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung und dem Winkel der optischen Axen aufzufinden. Die Vergleichung der Glimmer zweiter Art zeigt, dass im Allgemeinen der Axenwinkel mit dem Gehalt an Alkalien, Fluor und Eisenoxydul steigt, mit dem an Magnesia abnimmt, dass aber die Zinnwaldite und Chromglimmer sich ganz abweichend von den übrigen verhalten. Bei den Glimmern erster Art sind die Beziehungen des Axenwinkels zum Gehalte eines einzelnen Elementes viel weniger deutlich. Der Verf. suchte daher die Abhängigkeit des Axenwinkels von den drei Variabeln:

$$\begin{aligned} K &= (K_2O + Na_2O + Li_2O + F) \\ Fe &= (FeO + MnO) \\ Mg &= (MgO + CaO + SrO + BaO) \end{aligned}$$

in der von Lang und Becke für petrographische Zwecke angewandten graphischen Darstellung abzuleiten. Dabei ergiebt sich nun, dass der Axenwinkel mit der Zunahme des Verhältnisses

$$\frac{K + Fe}{K + Fe + Mg}$$

steigt und zwar für beide Arten von Glimmern, so dass auf diesem Verhältnisse der wesentlichsten Bestandtheile die verschiedene Orientirung der Axenebene nicht beruhen kann. Der Verf. betrachtet daher das Verhältniss der beiden Arten von Glimmern als das der Dimorphie. Die Abweichungen der Zinnwaldite werden durch deren trikline Krystallform erklärt, und da auch die Chromglimmer sich abweichend verhalten, so wird für diese ebenfalls eine krystallographische Verschiedenheit von den übrigen Glimmern angenommen.

Was die Abhängigkeit des Axenwinkels von dem Grade der Zersetzung des im ersten Theile behandelten Biotits betrifft, so scheint hier gerade umgekehrt mit der Abnahme des Verhältnisses

$$\frac{K + Fe}{K + Fe + Mg}$$

der Axenwinkel entsprechend zuzunehmen, wenigstens lässt sich eine Curve construiren, welche ungefähr den entgegengesetzten Verlauf nimmt.

Natürlich sind alle obigen Berechnungen sehr unsicher, da bei vielen Analysen die Identität mit dem optisch untersuchten Materiale nicht sicher gestellt ist, und sehr häufig grosse Mengen von Einschlüssen vorhanden sind, durch welche die Analysenresultate stark beeinflusst worden sind.

Ref.: P. Groth.

20. K. Bauer (in Graz): **Beiträge zur experimentellen Petrographie** (Neues Jahrb. f. Min., Geol. etc., 1898—1899, Beil.-Bd. **12**, 535—580).

Bei Versuchen[1]) Gesteine künstlich herzustellen, wurden eine Reihe von Mineralien erhalten, deren Bildungsweise von Interesse ist.

Die Versuche wurden mit Glimmerschiefer, Granit, Diorit, Phonolith, Leucitlava, Nephelinbasalt und Andesit angestellt und zwar entweder so, dass die Gemengtheile der betreffenden Gesteine als Pulver gemischt oder dass die Gesteine selbst gepulvert oder endlich dass Mischungen künstlicher chemischer Verbindungen in entsprechenden Verhältnissen hergestellt und geschmolzen wurden. Bei den meisten Versuchen wurden einzelne oder mehrere der folgenden Verbindungen »theils zum Zwecke der Krystallisation, theils zur Herabsetzung des Schmelzpunktes« beigemengt: $CaFl_2$, $NaCl$, $CaCl_2$ (geschmolzen), $MgCl_2 + 6H_2O$, $LiCl$ (geglüht), $B(OH)_3$, $Na_2HPO_4 + 12H_2O$, NH_4Cl, $Na_3VaO_4 + 10H_2O$, $Na_2WO_4 + 2H_2O$, $K_2WO_4 + 2H_2O$, $Na_2B_4O_7 + 10H_2O$, $SnCl_2$. — Verf. machte sich kleine Platincylinder von durchschnittlich 4—5 cm Höhe und 1,5 cm Durchmesser »durch blosses Einrollen des Bleches, Falzen der Ränder und Niederklopfen des Bleches zur Herstellung des Cylinderbodens«. Nur ausnahmsweise wurden Rose'sche Tiegel angewendet. Diese die Mischung enthaltenden Gefässe wurden in einem Fourquignon-Leclerq'schen Ofen erhitzt und zwar bis zu Temperaturen von 1500°. Zur Messung der Temperaturen dienten für niedere Grade die Princep'schen Legirungen, für höhere die gleichzeitige Beobachtung des Verhaltens von Kupfer, Kobalt, Nickel unter Benutzung der Angaben von Plattner-Kerl und Dölter. Um diese hohen Temperaturen zu erzielen, wurde das Mischungsgefäss durch die ganz vom Ofen umschlossene Flamme eines Gemenges von Leuchtgas und Luft umspielt. Dass bei dieser Versuchsanordnung, wie Verf. hervorhebt, auch erhebliche Temperaturschwankungen gegen den Wunsch des Experimentators stattfanden, ist wohl unvermeidlich. Selbst bei den doch in viel grösserem Maassstabe und unter ungleich günstigeren Versuchsbedingungen angestellten Synthesen Morozewicz's (vergl. das folgende Referat) waren bedeutende Temperaturschwankungen nicht zu umgehen.

I. Versuche mit einem als »Glimmerschiefer« bezeichneten, im Wesentlichen aus Biotit, Hornblende und Calcit bestehenden Gesteine aus dem Sauerbrunngraben bei Stainz. 1) Eine Mischung von 5 g Glimmerschiefer, 1 g Kaliumfluorid, 1,5 g Natriumfluorid, 2 g Calciumfluorid, 1,5 g Natriumwolframat, 0,5 g Kaliumwolframat lieferte folgende Mineralien: Feldspäthe, theils Albit, theils Plagioklase zwischen Oligoklas und Labrador, näher diesem letzteren; gelber Biotit, Magnetit, weisser bis gelblichweisser Augit, Skapolith, Nephelin. 2) 5 g Glimmerschiefer mit 3 g $NaFl$, 2 g $CaFl_2$, 3 g $LiCl$. Entstanden: Melilith, Olivin, Magnetit. 3) 5 g SiO_2, 3 g Kaliglimmer, 2 g $NaFl$, 1,5 g $Na_2WO_4 + 2H_2O$, 1 g $CaFl_2$, 2 g $NaCl$. Gebildet: Plagioklas, Tridymit, Muscovit.

II. Versuche mit Granit und künstlicher Granitmischung. Als Granit wurde das von Pontoni beschriebene Gestein von Ceslak (Bachergebirge) verwendet, das die Zusammensetzung hat: SiO_2 68,49, $Al_2O_3 + Fe_2O_3$ 20,35, CaO 3,71, MgO 3,26, Na_2O und K_2O unbestimmt, Glühverlust 0,73. Vermuthlich dürfte $Na_2O + K_2O = 3,46$ sein. Als Granitmischung dienten: SiO_2 64,02, $Al_2(OH)_6$ 26,88, $FeCl_2 + 4$ aq 11,13, $MnCl_2 + 4$ aq 0,20, $MgCO_3$ 2,65, $CaCO_3$ 7,82, Na_2CO_3 8,18, $K_2CO_3 + 2$ aq 4,85. Diese Mischung entspricht dem Granit von

1) Die Arbeit bildet gewissermassen die Fortsetzung und Erweiterung der gleichfalls im Dölter'schen Institute durchgeführten Untersuchungen von C. Schmutz (N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1897, 2, 124—155). Sie vervollständigt auch das dort mitgetheilte Literaturverzeichniss.

East rabbit hole mts, der nach der Analyse von Drown besteht aus: SiO_2 64,02, Al_2O_3 17,60, FeO 4,03, MnO 0,16, MgO 1,27, CaO 4,38, Na_2O 4,79, K_2O 2,62[1]). 1) 6 g Granit von Ceslak, 3 g $LiCl$, 2 g $K_2WO_4 + 2H_2O$, 2 g $CaFl_2$ lieferten blassgelben Augit und Plagioklase, die theils dem Oligoklas, theils dem Labrador nahe stehen, theils Zwischenglieder beider sind. 2) 8 g Granitmischung, 0,6 g $Na_2WO_4 + 2H_2O$, 4 g $NaCl$. Entstanden Plagioklas (Oligoklas und Labrador), Nephelin. 3) 5 g Granitmischung, 2 g $MgCl_2 + 6H_2O$, 2 g $CaCl_2$, 1 g $NaFl$. Entstanden Plagioklas (Oligoklas, Labrador).

III. Versuche mit Diorit und künstlicher Dioritmischung. Der Diorit ist das Gestein vom Hassensteinergrunde bei Kaaden in Böhmen (Hornblendediorit). Die Mischung entsprach dem Diorit vom Eisenbühl bei Neila, der nach einer Analyse von Loretz besteht aus: SiO_2 47,38, Al_2O_3 16,67, Fe_2O_3 4,64, FeO 6,47, MnO 0,26, MgO 4,11, CaO 10,81, Na_2O 3,02, K_2O 0,93, P_2O_5 0,42, TiO_2 3,07. Die Mischung wurde dementsprechend zusammengesetzt aus: SiO_2 47,38, $Al_2(OH)_6$ 25,46, Fe_2O_3 4,64, $FeCO_3$ 9,53 (als Siderit), $MnCl_2 + 4aq$ 0,33, $MgCO_3$ 8,57, $CaCO_3$ 19,30, Na_2CO_3 5,16, K_2CO_3 1,69, Na_2HPO_4 2,11, TiO_2 3,07. 1) 1 g Orthoklas vom St. Gotthard, 2 g Albit vom Mauthner, Koralpe, 1 g Glimmer vom Monte Somma, 2 g Hornblende von Lukow, 4 g $NaCl$ (allmählich zugesetzt), 1 g $K_2WO_4 + 2H_2O$, 0,5 g $B(OH)_3$, 1 g $Na_2HPO_4 + 12H_2O$. Entstanden: Feldspath, theils Orthoklas, theils Albit, Olivin, Nephelin, Quarz, Augit, Magnetit. 2) 6 g Diorit (Gesteinspulver), 2 g $B(OH)_3$, 1 g $Na_2HPO_4 + 12H_2O$, 2 g $CaFl_2$. Entstanden: Anorthit, Hornblende, Biotit. 3) 5 g Diorit (Gesteinspulver), 2 g $NaFl$, 2 g $MgCl_2 + 6H_2O$, 2 g $CaFl_2$. Entstanden: Anorthit, Hornblende, Magnetit. 4) 5 g Dioritmischung, 2 g Magnesiumchlorid, 3 g Calciumchlorid, 1 g Salmiak. Entstanden: Plagioklas, theils Zwischenglied zwischen Albit und Oligoklas, theils Labrador, Olivin, Melilith, Augit, Magnetit. 5) 8 g Dioritmischung, 2 g $NaFl$, 1 g KFl, 2 g $CaFl_2$. Entstanden: Biotit, Oligoklas, Magnetit. 6) 5 g Dioritgesteinspulver. Entstanden: Nephelin, Anorthit.

IV. Versuche mit Phonolithmischung, die gebildet wurde aus: SiO_2 53,80, $Al_2(OH)_6$ 36,03, Fe_2O_3 3,57, $FeCl_2$ 5,19, $MgCO_3$ 1,81, $CaCO_3$ 4,04, Na_2CO_3 15,47, K_2CO_3 8,83. Sie entspricht dem von Dölter untersuchten Phonolith von den Capverden (Praya), der die Zusammensetzung hat: SiO_2 53,80, Al_2O_3 23,59, Fe_2O_3 3,57, FeO 1,88, MnO Spur, MgO 0,87, CaO 2,26, Na_2O 9,05, K_2O 4,77, H_2O 1,50. 1) 5 g Phonolithmischung, 2 g Natriumwolframat, 2 g Natriumchlorid. Entstanden: Orthoklas, Nephelin, Magnetit. 2)[2]) Ein Stück Labradorit wurde in geschmolzenes Phonolithpulver eingetaucht. Entstanden: Plagioklase, theils dem Labrador nahe stehend, theils dem Albit genähert, Skapolith, Olivin.

V. Versuche mit Vesuvlava (1858) und entsprechender Mischung. Zusammensetzung des Gesteines: SiO_2 48,12, Al_2O_3 19,97, Fe_2O_3 7,01, FeO 4,99, MgO 4,11, CaO 10,15, Na_2O 2,19, K_2O 4,49. Die Mischung wurde hergestellt aus: SiO_2 48,12, $Al_2(OH)_6$ 30,50, Fe_2O_3 7,01, $FeCO_3$ 7,35, $MgCO_3$ 8,73, $CaCO_3$ 18,13, Na_2CO_3 3,74, K_2CO_3 8,31. 1) 5 g Lavamischung, 2 g $NaFl$, 1,5 g $CaFl_2$, 1,5 g KFl. Entstanden: Kaliglimmer. 2) 5 g Mischung. Entstanden: Augit, Anorthit, Magnetit (?).

---

1) Diese Zusammensetzung entspricht übrigens besser einem Diorit als einem Granit. Anm. d. Ref.

2) Dieser Versuch wurde von Dölter selbst ausgeführt.

VI. Versuch mit Nephelinbasalt von Waldra, ausgeführt von C. Dölter[1]). Das Gestein hat wahrscheinlich ziemlich dieselbe Zusammensetzung, wie sie die folgende Analyse eines ähnlichen Gesteines vom Hochstraden bei Waldra aufweist: SiO_2 40,99, TiO_2 2,41, Al_2O_3 16,50, Fe_2O_3 10,62, MnO 0,35, MgO 3,29, CaO 12,63, Na_2O 5,95, K_2O 2,36, P_2O_5 0,89, SO_3 0,64, Cl 0,36, Glühverlust 2,63, Summe 99,62. — In der Schmelze entstanden Augite von weisser, gelber, hell- und dunkelbrauner Farbe, Nephelin, Olivin.

VII. Versuch mit Hornblendeandesit von der Piatra Mori, ausgeführt von C. Dölter. Zusammensetzung: SiO_2 58,02, Al_2O_3 22,30, Fe_2O_3 4,91, FeO 1,22, CaO 7,31, MgO 2,01, K_2O 1,36, Na_2O 2,78, Glühverlust 1,01. In der Schmelze entstanden: Plagioklase, theils Labrador, theils Bytownit, Magnetit.

VIII. Versuche, bei denen verschiedene Gesteinspulver gemischt wurden, ausgeführt von C. Dölter. 1) Phonolith von Praya und Nephelinbasalt von Waldra. Entstanden: Feldspath (Labrador, Bytownit, Anorthit), Nephelin, Augit, Hornblende, Olivin. 2) Nephelinbasalt von Waldra und Andesit von der Piatra Mori. Entstanden: Magnetit, Anorthit, Augit, Nephelin, Melilith.

Ref.: W. Salomon.

21. J. Morozewicz (in Warschau): **Experimentelle Untersuchungen über die Bildung der Minerale im Magma** (Tschermak's min. u. petrogr. Mitth., her. v. Becke, Wien 1898—1899, 18, 1—90 und 105—240).

Die in dieser Arbeit beschriebenen Untersuchungen wurden in den Jahren 1891—1897 theils im mineralogischen Institute der Warschauer Universität, theils in der Glashütte Targówek bei Warschau und zwar in einem Siemensschen Ofen ausgeführt. Ein solcher Ofen wird durch Kohlenoxyd, das vor dem Eintritt in den Ofen mit Luft vermengt wird, bis zur blendenden Weissgluth erhitzt. In seinen Wänden wurden zwei $1\frac{1}{2}$ Fuss lange Kanäle angebracht, die von aussen durch Einsetzen von Backsteinen geschlossen werden konnten. Durch diese Kanäle führte nun der Verf. feuerbeständige Chamottetiegel von zum Theil beträchtlicher Grösse ein und bewirkte an einer noch im Innenraume des Ofens selbst gelegenen Stelle das Schmelzen des zu untersuchenden Gemisches. Darauf wurden die Tiegel in die innere Oeffnung der Kanäle und schliesslich an eine dritte in den Kanälen selbst gelegene Stelle gebracht, so dass eine sehr allmähliche Temperaturverminderung erreicht wurde. Die Krystallisation der Schmelze fand bei den Versuchen gewöhnlich an der zweiten oder dritten Stelle statt. Die Temperatur des inneren Ofens betrug im heissesten Stadium zwischen 1500° und 1600° Celsius; denn sie war etwas höher als die Schmelztemperatur des nach Dölter bei 1500° schmelzenden Leucites. In der inneren Kanalmündung schmolzen noch leicht Eisenmagnesiapyroxene (Erstarrungspunkt 1100° bis 1200° C.), sowie Adular (1175° C. nach Solly). Im Inneren der Kanäle sank die Temperatur bis zur dunklen Rothgluth (500°—600° C.). Diese Temperaturen dauerten aber nur etwa 8—10 Stunden; dann sank die Innentemperatur in Folge der Verminderung des Gas- und Luftzutrittes zur Hellrothgluth (etwa 800°) und entsprechend verminderten sich auch die Temperaturen an den beiden anderen Versuchsstellen. — Das Schmelzen der Mischungen wurde in grossen, Entglasungen und partielle Krystallisationen in kleineren, nur etwa 150 Cubikcentimeter enthaltenden Tiegeln ausgeführt. Einige Male im Jahre

1) In Porzellantiegeln.

konnten sogar über 100 Pfund schwere Gemische in Fabriktiegeln geschmolzen werden. Um Verunreinigungen durch Hineinfallen zu vermeiden, wurden auf den Tiegeln mit Kaolin Deckel angekittet. Die Erstarrung der Schmelzen dauerte gewöhnlich 1—3 Wochen, in einigen Fällen sogar bis $2\frac{1}{2}$ Monate. Bei mehreren Versuchen wurden gleiche Gemische an verschiedenen Versuchsstellen zur Krystallisation gebracht und so die Abhängigkeit der Krystallisation von der Temperatur geprüft. — Einige der untersuchten Mischungen und zwar besonders die magnesiareichen und gleichzeitig thonerde- und alkaliarmen griffen die Tiegel stark an. Da indessen bei den grossen zur Untersuchung verwendeten Mengen chemische Nachprüfungen der erstarrten Schmelzen stattfanden, so ist keine Unsicherheit über deren Zusammensetzung vorhanden. Die erhaltenen Krystalle waren so gross, dass sie in sehr vielen Fällen thatsächlich isolirt und sorgfältig chemisch und optisch geprüft werden konnten. Die kleineren Gemische wurden meist aus reinen chemischen Präparaten hergestellt, und zwar wurden eingeführt Kieselsäure als Hydrat $SiO_2 . 3HO_2$, Thonerde als Hydrargillit $Al_2O_3 . 3H_2O$, Kalk, Magnesia und Alkalien als Carbonate, Eisenoxyd als Eisenglanz oder faseriger Hämatit, Eisenoxydul als $FeCO_3$ oder als Fayalitschlacke mit 65 % FeO, 34 SiO_2, 0,5 MnO und 0,5 CaO, Titansäure als Rutil, Phosphorsäure als $Ca_3(PO_4)_2$, Schwefelsäure als Gyps oder Na_2SO_4. Bei den 100 und mehr Pfund schweren Gemengen wurden eingeführt: SiO_2 und Al_2O_3 theils durch reinen Meissner Kaolin, theils durch Quarz und Beauxit (68,8 Al_2O_3, 4,6 Fe_2O_3, 8,1 $SiO_2 + TiO_2$, 18,0 H_2O), CaO und MgO als Calcit und Magnesit, Alkalien als calcinirte Soda und Pottasche, Fe_2O_3 als Hämatit, Eisenoxydul als Hämatit mit einer genügenden Menge von Holzkohle vermischt, wobei allerdings in der Regel ein kleiner Theil zu metallischem Eisen reducirt wurde.

Der wesentliche Fortschritt, den der Verf. im Verhältnisse zu fast allen früheren Untersuchungen erzielte, liegt in den grösseren Mengen seiner Schmelzen, die darum wieder eine sorgfältigere chemisch-physikalische Untersuchung der hergestellten Erstarrungsproducte erlaubte und veranlasste.

Die nun folgenden Untersuchungen zerfallen in zwei Theile, deren einer im Wesentlichen die bei den Versuchen hergestellten gesteinsbildenden Mineralien behandelt, während in dem zweiten die über Gesteinsschmelzen erhaltenen Ergebnisse mitgetheilt sind.

I. Gesteinsbildende Mineralien.

A. Korund, Spinell, Sillimanit und Cordierit in Silicatschmelzflüssen.

Da es bei den hierauf bezüglichen Versuchen von Wichtigkeit war, den Korund und Spinell zu isoliren, so untersuchte der Verf. die hierzu verwendeten Methoden und fand für den Spinell in Uebereinstimmung mit den schon von K. Vogelsang[1]) und dem Ref.[2]) erhaltenen, dem Verf. aber unbekannt gebliebenen Ergebnissen, dass Spinell bei der Behandlung mit HF, wenn auch nicht ganz leicht, in Lösung geht, während Korund bedeutend widerstandsfähiger ist. Der Verf. operirte übrigens mit HF und H_2SO_4 und fand dabei, dass auch der Korund, wenn auch viel langsamer als der Spinell, angegriffen wird. Auch durch wiederholtes Aufschliessen mit geschmolzenen Alkalicarbonaten gelang es ihm, den Spinell in Lösung zu bringen und einen Theil des Korunds anzugreifen. Dabei sind, wie leicht verständlich, die eisenreichen Spinelle leichter

1) Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1890, S. 30.
2) Ebenda S. 525.

angreifbar als die eisenarmen. Nur wenn die Isolirung mit Salzsäure geschehen kann, gelingt es, Spinell und Korund vollständig zu isoliren.

Die folgende Tabelle giebt die chemische Zusammensetzung einer Reihe von Schmelzen an, die Korund (1.—3.), Korund und Spinell (4.—6.), nur Spinell (7.—8.) enthielten und zufällig erhalten wurden.

	1.	2 [1].	3 [1].	4.	5.	6.	7 [1].	8 [1].
Korund	30,00	16,61	11,44	21,15	1,50	1,40	—	—
Spinell	—	—	—	5,65	26,40	35,00	25,80	6,78
Si_2O	26,95	37,24	39,40	32,40	25,95	25,20	37,79	45,14
Al_2O_3	24,90	27,13	29,26	23,67	23,84	22,28	19,21	24,44
$Fe_2O_3 + FeO$	3,00	2,91	2,20	2,93	3,86	1,32	1,61	2,88
MnO	—	Spuren	Spuren	—	0,30	—	Spuren	Spuren
CaO	4,27	4,10	5,60	7,10	12,40	9,70	5,62	6,63
MgO	0,36	0,54	0,83	0,40	0,58	0,15	2,72	6,01
K_2O	2,59	5,04	3,94	1,80	0,96	0,85	1,83	2,22
Na_2O	7,20	6,93	7,60	4,70	3,80	3,64	5,12	5,77
Summe	99,27	100,50	99,32	99,80	99,59	99,54	99,70	99,97

Alle diese Schmelzen mit Ausnahme der achten konnten leicht durch HCl zersetzt werden. Ein Theil von ihnen war phanerokrystallin struirt, in anderen waren Spinell und Korund die einzigen krystallinischen Producte. Schmelze 1. besteht aus Korund, Olivin, Glas. 2. enthält ausser Korund spärliche, sehr kleine Spinelloktaëder, ziemlich viel Magnetit, ferner Olivin, Nephelin, Anorthit, etwas Glas. 3. besteht hauptsächlich aus Korund, Anorthit, Nephelin, Olivin, aus sehr wenig Spinell und sehr viel Glas. 4. enthält viel dunkelgrünen und schwarzen Spinell, weniger Korund und Magnetit, von Silicaten hauptsächlich Labrador, Anorthit, Olivin, Nephelin und etwas intersertales Glas. 5. ist sehr gut auskrystallisirt und besteht aus dunkelgrünem Spinell, Feldspath (wesentlich Anorthit), Olivin, Melilith, »winzigen Augit-, Hypersthen- u. a. Mikrolithen«. Wenig Korund. Glas in kleinen Mengen und nur in den randlichen Theilen der Schmelze. 6. Hauptsächlich Spinell, Anorthit, Labrador, Olivin, accessorisch Magnetit, Korund, Augit. Glas nur peripherisch. 7. Gelblicher Spinell und Feldspäthe (Labrador und Anorthit) in grossen Mengen, daneben Augit- und Olivin-Mikrolithen und wenig Glas. 8. Nur Spinell und Glas. Der Spinell enthielt nur 12 % Eisenoxydul, bildete grosse Krystalle und konnte in Folge dessen durch schnelle Behandlung mit HF und H_2SO_4 isolirt werden (zwei übereinstimmende Resultate). Die kleinen Augitmengen wurden bei den Analysen vernachlässigt.

Tabelle der Zusammensetzung der aus den Schmelzen isolirten Spinelle.

	9.	9a.	10.	10a.	11.	11a.	12.	12a.	13.	13a.
Al_2O_3	62,00	61,1	65,83	64,8	67,03	67,4	62,61	62,9	(60,88)	60,8
Fe_2O_3	12,00	12,0	8,16	7,8	—	—	—	4,1	—	—
FeO	—	—	—	—	18,39	18,3	20,02	16,6	34,62	34,4
MnO	—	—	—	—	—	—	1,22	—	—	—
MgO	26,56	26,9	26,89	27,4	14,63	14,3	16,23	16,4	4,50	4,8
Summe	100,56	100,0	100,88	100,0	100,05	100,0	100,08	100,0	100,00	100,0

9. ist die Analyse des Spinells aus Schmelze 8. Die Zusammensetzung

1) Schon in dieser Zeitschr. 1895, **24**, 281 mit einem kleinen Theile der hier im Zusammenhange dargestellten Ergebnisse veröffentlicht.

entspricht der Formel $\left\{\begin{matrix} 8 MgAl_2O_4 \\ MgFe_2O_4 \end{matrix}\right\}$, welche die unter 9a. mitgetheilten Zahlen verlangt.

10. ist der gelbliche Spinell der Schmelze 7. Formel: $\left\{\begin{matrix} 13 MgAl_2O_4 \\ MgFe_2O_4 \end{matrix}\right\}$. Theoretische Zusammensetzung unter 10a.

11. ist der schwarze Spinell aus Schmelze 6. Formel: $\left\{\begin{matrix} 7 MgAl_2O_4 \\ 2 FeAl_2O_4 \end{matrix}\right\}$. Theoretische Zusammensetzung unter 11a.

12. Schwarzer Spinell aus Schmelze 5. Formel: $\left\{\begin{matrix} 4 MgAl_2O_4 \\ 2(Fe, Mn)Al_2O_4 \\ \frac{1}{4} FeFe_2O_4 \end{matrix}\right\}$. Theoretische Zusammensetzung unter 12a.

13. Schwarzer Spinell aus Schmelze 4. Formel: $\left\{\begin{matrix} MgAl_2O_4 \\ 4 FeAl_2O_4 \end{matrix}\right\}$. Theoretische Zusammensetzung unter 13a.

9. und 10. sind Chlorospinelle, 11. und 12. Pleonaste (Ceylanite), 13. gehört zum Hercynit.

Der Korund wurde mit $KHSO_4$ aufgeschlossen und ergab stets sehr wenig von 100 % abweichende Werthe, so z. B. einmal 99,5 %, ein anderes Mal 99,8 % Al_2O_3.

Rechnet man die Bestandtheile der Spinelle und des Korunds zu der ersten aufgeführten Tabelle hinzu, so erhält man die in Tabelle III mitgetheilte wirkliche Zusammensetzung der Schmelzflüsse, aus denen sich beide Mineralien ausgeschieden haben.

Tabelle III.

	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	6a.	7a.	8a.
SiO_2	27,0	37,2	39,4	32,4	26,0	25,2	37,8	45,1
Al_2O_3	54,9	43,7	40,7	48,3	41,8	47,3	35,9	28,6
$Fe_2O_3 + FeO$	3,0	2,9	2,2	4,9	9,2	7,7	3,6	3,7
MnO	—	Spur	Spur	—	0,6	—	Spur	Spur
CaO	4,3	4,1	5,6	7,1	12,4	9,7	5,6	6,6
MgO	0,4	0,5	0,8	0,7	4,9	5,2	9,8	7,8
K_2O	2,6	5,0	3,9	1,8	1,0	0,9	1,8	2,2
Na_2O	7,2	6,9	7,6	4,7	3,8	3,6	5,1	5,8
Summe	99,4	100,3	99,2	99,9	99,7	99,6	99,6	99,8

Aus dieser Tabelle folgen die leicht verständlichen Thatsachen, dass alle Schmelzflüsse, aus denen sich Korund und Spinell abscheiden, reichlich Al_2O_3 enthalten, dass, wo nur oder fast nur Korund, aber wenig oder gar kein Spinell krystallisirt, wenig MgO vorhanden ist, und endlich dass Schmelzflüsse, aus denen viel Spinell, aber wenig oder gar kein Korund krystallisirt, viel MgO und Eisenoxyde enthalten. Natürlich scheidet sich nur ein Theil der Thonerde als Korund bezw. Spinell aus, ein anderer Theil wird zur Bildung von Alumosilicaten verwendet oder bleibt im Glase enthalten. Ist einmal der Thonerdeüberschuss ausgeschieden, so können selbst grosse verfügbare Mg-Mengen keinen Spinell mehr bilden (Schmelze 8). Umgekehrt ist selbst bei sehr hohem Thonerdeüberschuss eine Mg-Menge von mehr als 0,5 % nöthig, damit Spinell gebildet wird. Kleinere Mg-Mengen werden als Silicate, z. B. Olivin, ausgeschieden.

Der Verf. stellt sich nun die Frage, wann ein Schmelzfluss als mit Al_2O_3

gesättigt angesehen werden darf und wann von einem Thonerdeüberschuss gesprochen werden kann. Da nach Ausscheidung von Korund und Spinell die Thonerde an Alumosilicate gebunden werden muss und da in den meisten von diesen (Feldspäthe, Nephelin, Haüyngruppe, Glimmer u. s. w.) das Verhältniss zwischen Thonerde und den Basen wie 1 : 1 ist, so bezeichnet er die Schmelzflüsse als gesättigt, in denen dies Verhältniss vorhanden ist. Thatsächlich sind nach dieser Auffassung die untersuchten Schmelzflüsse nach Abzug des ausgeschiedenen Korund und Spinell als gesättigt zu bezeichnen. Berechnet man nämlich die Tabelle I nach Abzug von Korund und Spinell auf 100%, so erhält man die folgende Tabelle IV, in der das Verhältniss zwischen $(K_2O + Na_2O + CaO) : Al_2O_3 : SiO_2$ folgende Werthe hat:

1b.	2b.	3b.	4b.	5b.
0,9 : 1 : 1,9	0,9 : 1 : 2,3	0,9 : 1 : 2,3	0,9 : 1 : 2,3	1,2 : 1 : 1,9
6b.	7b.	8b.		
1,1 : 1 : 2	1,1 : 1 : 3,4	1 : 1 : 3,2		

Tabelle IV.

	1b.	2b.	3b.	4b.	5b.	6b.	7b.	8b.
SiO_2	38,9	44,4	44,4	44,4	36,2	40,0	51,1	48,5
Al_2O_3	35,9	32,3	32,9	32,4	33,2	35,3	26,0	26,2
$Fe_2O_3 + FeO$	4,3	3,5	2,5	4,0	5,5	2,1	2,2	3,1
MnO	—	Spur	Spur	—	0,4	—	Spur	Spur
CaO	6,3	4,9	6,3	9,7	17,3	15,4	7,6	7,1
MgO	0,5	0,6	0,9	0,6	0,8	0,2	3,7	6,5
K_2O	3,7	6,0	4,4	2,5	1,3	1,3	2,5	2,4
Na_2O	10,4	8,3	8,6	6,4	5,3	5,7	6,9	6,2
Summe	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Aus dieser Tabelle geht auch hervor, dass es nicht richtig ist, dass sich, wie Vogt angab, Spinell in den Schmelzen um so reichlicher bilde, je basischer sie seien oder dass »Thonerde nur bei Gegenwart sehr geringer Mengen von Kieselsäure, die für sie als Mineralisator diene (Brun), zu krystallisiren fähig sei«. Vielmehr hängt die Ausscheidung freier Thonerde aus einem trockenen Schmelzflusse[1]) nicht von seiner Acidität, sondern von dem Verhältnisse der Basen zur Thonerde ab.

Da all' diese Schlussfolgerungen an zufällig hergestellten Schmelzen erhalten waren, so machte der Verf. noch eine grosse Reihe von Versuchen, um seine Schlüsse zu controliren. Sie ergaben durchweg übereinstimmende Resultate, ausserdem aber noch einige neue Ergebnisse, deren wesentlichste Punkte im Folgenden mitgetheilt sind. In einer etwa 150 g wiegenden, chemisch ungefähr wie Albit, aber mit einem kleinen Thonerdeüberschusse, zusammengesetzten Mischung krystallisirte ausser Korund auch noch Sillimanit in länglichen Prismen und zwar ebenso, wie das im Vorhergehenden beschrieben wurde, in solchen Mengen, dass der übrig bleibende Schmelzfluss als Verhältniss $Na_2O : Al_2O_3$ die Zahlen 0,9 : 1 aufwies. Dabei krystallisirt der Sillimanit vor dem Korund, mit anderen Worten,

1) Der Verf. benutzt fast stets das Wort Magma. Da sich indessen die untersuchten Schmelzen wesentlich von dem natürlichen dampfdurchtränkten und in der Tiefe unter hohem Drucke stehenden Magma unterscheiden, so ist in dem Referate stets gesagt: trockener Schmelzfluss oder kurzweg Schmelzfluss bezw. Schlacke.
Anm. d. Ref.

es vereinigt sich der Ueberschuss an Thonerde zunächst mit überschüssiger Kieselsäure, und erst wenn deren Ueberschuss verbraucht ist, kommt es zur Bildung von Korund. In sauren Alumosilicatschmelzflüssen mit mehr Al_2O_3 und SiO_2 als der Albitformel entspricht, wird also um so mehr Sillimanit ausgeschieden, je mehr Kieselsäure überschüssig ist. Dass auch die Sillimanitbildung aber keineswegs von der Acidität der Mischung, sondern von dem Verhältnisse der Basen (NaO_2, K_2O, CaO) zur Al_2O_3 abhängt, wurde gleichfalls durch Versuche bewiesen.

Ausser den bereits angeführten Schlussfolgerungen hebt der Verf. noch besonders die folgenden Ergebnisse hervor:

»Gesättigte Alumosilicatmagmen von gemischtem Typus: $(K_2, Na_2, Ca)O . Al_2O_3 . n SiO_2$, wo $n = 2$ bis 13, sind bei hoher Temperatur fähig, Thonerde zu lösen und übersättigte Lösungen zu bilden.« — »Reine Natronalumosilicatmagmen lösen Thonerde in sehr grossen Mengen auf, die Kalkmagmen in kleinen, und reine Kalimagmen sind bei denselben Bedingungen gar nicht fähig, überschüssige Thonerde aufzulösen.« (Durch Versuche bestätigt.) — »Uebersättigte Aluminosilicatmagmen, sowohl gemischte wie auch einfache, mit der allgemeinen Zusammensetzung $MeO . m Al_2O_3 . n SiO_2$ ($Me = K_2$, Na_2, Ca; $n = 2$ bis 13) scheiden bei der Krystallisation den ganzen Ueberschuss von Thonerde ($m - 1$) in Korundform aus, wenn sie gleichzeitig keine bedeutenden Mengen von Magnesia und Eisenoxydul enthalten und wenn n nicht grösser als 6 ist; in Spinellform (oder Spinell- und Korund-), wenn sie mehr als 0,5 % MgO und FeO enthalten; endlich in Sillimanitform (oder Sillimanit- und Korund-), wenn n grösser als 6 ist und wenn MgO nicht enthalten ist.« »Die Kieselsäuremenge in den Schmelzen, in welchen die Krystallisation des Korunds constatirt worden ist, schwankt in breiten Grenzen von 0 (Natriumaluminat) bis 13 (Liparit), immer bezogen auf einen Theil der Basen ($Na_2O + K_2O + CaO$) und einen Theil der Thonerde.« In Schmelzflüssen, in denen thonerdefreie Silicate (Olivin) oder Silicate, wie die Pyroxene, vorhanden sind, und welche Thonerde in sehr unbestimmten Mengen und mit den Alumosilicaten gemeinsame Basen (CaO, Na_2O) in beträchtlichen Mengen enthalten, stimmen die oben angeführten Regeln über die Menge des ausgeschiedenen Korunds, Spinells und Sillimanits nicht. Besonders interessant ist das sich aus diesen Versuchen ergebende durchaus verschiedene Verhalten der Kali- und Natronthonerdesilicate in Bezug auf die Auflösung von Thonerde, das wieder ein bemerkenswerthes Licht auf das in so vielen Beziehungen grundverschiedene chemische Verhalten der K- und Na-Verbindungen überhaupt wirft.

Die im Vorhergehenden erhaltenen Resultate benutzt der Verf., um durch sie die Erscheinung zu erklären, dass sich beim Schmelzen von Muscovit und Biotit Korund, Spinell und Sillimanit (Wernadskij), beim Schmelzen von Pyrop und Almandin Pleonast ausscheiden (Dölter und Hussak). Auch die von Vogt hervorgehobene »Eigenschaft der Thonerde die Ausscheidung der Silicate aus dem Magma zu verzögern«, erklärt er mit Hülfe der angeführten Sätze dadurch, dass zur vollständigen Sättigung der meisten Schmelzflüsse mit Thonerde von dieser sehr erhebliche Mengen nothwendig sind und dass schwach übersättigte Lösungen kleine Krystalle, ungesättigte Lösungen überhaupt keine Krystallisation ergeben. Die nur in kleinen Mengen einem Glasschmelzflusse hinzugefügte Thonerde bindet einen Theil der Basen in Alumosilicatform, während diese sich sonst sehr leicht als einfache Silicate (Wollastonit u. s. w.) ausscheiden würden.

Physikalische und krystallographische Eigenschaften des Spinells, Korund und Sillimanits. Der Korund ist bald rein gelblich, bald

gelblich mit einem Stich in's Hellrosa, bald blau, hellblau, grünlichgelb und röthlich. Die färbenden Substanzen können nach dem Verf. nur Eisenoxyde und zwar Gemenge von Eisenoxyd und Eisenoxydul sein. Das spec. Gew. wurde einmal zu 4,045, bei einem aus einer anderen Schmelze isolirten Pulver zu 4,012 gefunden. Der Korund ist stark lichtbrechend, optisch negativ und gewöhnlich einaxig, seltener anormal zweiaxig. Es werden folgende Krystalltypen unterschieden: 1. Dünne sechsseitige Blättchen, Combination von $\{0001\}$ und sehr schwach entwickeltem $\{11\bar{2}0\}$. Dabei ist das Prisma horizontal gestreift. In sauren Schmelzflüssen zusammen mit Sillimanit. 2. Vorherrschend $\{0001\}$, daneben $\{10\bar{1}1\}$, $\{22\bar{4}3\}$. In schwach mit Al_2O_3 übersättigten Schmelzflüssen bei sehr langsamer (zehn Wochen dauernder) Krystallisation. Zwillingsbildungen mit gemeinsamer Basis und einspringenden Winkeln häufig. 3. Dreieckig begrenztes Pinakoid. a) $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$ oder $\{10\bar{1}1\}$, $\{0001\}$; b) $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{22\bar{4}3\}$. Sehr selten nur $\{22\bar{4}3\}$. Bei dieser Ausbildung ist dreieckige Streifung parallel den Combinationskanten $\{0001\}$ $\{10\bar{1}1\}$ häufig. In den thonerdereichen Schmelzen 1 und 2. 4. Unregelmässiges Pinakoid mit Streifung parallel den Combinationskanten des schlecht entwickelten $\{10\bar{1}1\}$. Zwillinge mit einspringenden Winkeln. — Die künstlichen Krystalle unterscheiden sich von den natürlichen durch das Vorherrschen von $\{0001\}$. Beim Isoliren mit HF und H_2SO_4 bildeten sich auf den Blättchen regelmässig dreiseitige und unregelmässig vierseitige Aetzfiguren.

Die Spinelle sind stets isotrop. — Der Chlorospinell der Analyse 9 zeigt $\{111\}$ mit schmalen Abstumpfungen von $\{110\}$. Einfache und doppelte Zwillinge häufig. — Chlorospinell (Analyse 10) hat ein spec. Gew. von 3,45. — Pleonast (Analyse 11). Spec. Gew. 4,05 (annähernd). — Pleonast (Analyse 12). Spec. Gew. 3,83 (annähernd).

Am Sillimanit wurde die Längsrichtung der Prismen als c bestimmt. Die Auslöschung ist derselben parallel, die Doppelbrechung stark.

Krystallisation von Cordierit in einem Andesit-artigen Schmelzflusse. In einer Schmelze von der Zusammensetzung (SiO_2 60,14, Al_2O_3 18,10, $Fe_2O_3 + FeO$ 6,80, CaO 5,80, MgO 5,15, K_2O 1,18, Na_2O 2,39, Summe 99,56) fanden sich in einer glasigen Basis Spinelloktaëder, Labradoritprismen, Augitmikrolithe und zahlreiche Kryställchen von Cordierit in den bekannten Drillingen. Die Zusammensetzung der Schmelze ist ähnlich der des Molengraaff'schen »Cordierit-Vitrophyrits«[1]) und eines von Osann untersuchten Cordierit-Andesits vom Hoyazo[2]). Während das Molengraaff'sche Gestein aus denselben Gemengtheilen besteht, findet sich in dem Andesit ausser Cordierit noch Sillimanit. Der Verf. leitet aus der chemischen Zusammensetzung der drei Gebilde folgenden seine früheren Schlüsse ergänzenden Satz ab: »Uebersättigte Alumosilicatmagmen, deren allgemeine Zusammensetzung $MeO.m\,Al_2O_3.n\,SiO_2$ ($Me = K_2$, Na_2, Ca; $n \geqq 2$) ist, scheiden beim Krystallisiren den ganzen Ueberschuss ($m - 1$) an Thonerde aus: a) in Korundform, wenn sie gleichzeitig keine Magnesia (und Eisenoxydul) enthalten und wenn $n < 6$; b) in Sillimanit- (oder Sillimanit- und Korund-) Form, wenn $n > 6$. Im Falle, wo diese Magmen reich an Magnesia (und Eisenoxydul) sind, scheidet sich die überschüssige Thonerde aus c) in Spinellform (oder Spinell- und Korundform), wenn $n < 6$; ist dagegen $n > 6$, dann hauptsächlich d) in Cordieritform (oder Cordierit- und Spinellform). Es ist begreiflich, dass auch im letzteren Falle die Bildung von Sillimanit und Korund zugleich, in Abhängigkeit von verschiedenen quantitativen Verhältnissen der überschüssigen Thonerde zu Magnesia und Kieselsäure, möglich ist.«

1) N. Jahrb. f. Min. etc. 1894, **1**, 79. 2) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1888, 701.

In einem weiteren Kapitel wendet der Verf. seine Ergebnisse an auf die Betrachtung von Gesteinen, in denen die beschriebenen Mineralien aus dem Schmelzflusse ausgeschieden sind. Es kann an dieser Stelle davon nur hervorgehoben werden, dass er den Korund einer Reihe von Graniten für einen primären, nicht etwa auf aufgelöste fremde Einschlüsse zurückzuführenden Gemengtheil hält.

Auch über die Bildung von Magnetit und Eisenglanz wurden interessante Resultate erhalten. Hinsichtlich des letzteren, der in einer Anzahl von theils basischen, theils sauren Schmelzen beobachtet wurde, kommt der Verf. in Uebereinstimmung mit Vogt zu dem Ergebnisse, dass er sich nur in Eisenoxydularmen Schmelzen bilden kann, während er im Gegensatze zu Vogt glaubt, dass er eher in sauren als in basischen Schmelzen entsteht. Was den Magnetit betrifft, so erfolgte seine Ausscheidung in einer vorzugsweise aus Labradorit, Glas und Magnetit bestehenden Schmelze fast ganz und gar nach der des Feldspaths. Auch bei einem zweiten Versuche, bei dem die Schmelze etwa 60 % grosse Anorthitkrystalle und 3 % Magnetit enthielt, schied sich der letztere erst nach dem Feldspath aus. In anderen Fällen hatte er sich dagegen vor diesem gebildet. Der Verf. schliesst daraus, dass aus mit Eisenoxyden übersättigten Schmelzen der Magnetit vor der Bildung von Metasilicaten (Augit) ausfällt, dass in nicht mit Eisenoxyden übersättigten Lösungen dagegen erst Alumosilicate (Plagioklas) gebildet werden, dass in Folge der dadurch bedingten Aenderung der quantitativen Zusammensetzung der Schmelze sich diese nun mit den Eisenoxyden übersättigt und dass jetzt erst diese letzteren in Form von Magnetit ausfallen.

Ist in diesen Fällen eine chemische Massenwirkung von Einfluss auf die Ausscheidung des Magnetits, so zeigte sich bei anderen Versuchen eine deutliche Abhängigkeit von den Temperaturen, bei denen sich die Krystallisation vollzieht. Was die Form der künstlich erhaltenen Magnetitkrystalle und ihrer skelettartigen Wachsthumsformen betrifft, so wurden hier nicht nur oktaëdrische Gestalten, sondern auch das Rhombendodekaëder und rhombendodekaëdrische Skelette erhalten. Diese letzteren treten aber nur in Schmelzflüssen auf, die an beiden Eisenoxyden reich sind.

B. Chemische Zusammensetzung der aus Silicatschmelzen ausgeschiedenen Pyroxene.

Versuch 1. Enstatit. Die Schmelze hatte die Zusammensetzung: SiO_2 52,30, Al_2O_3 16,68, Fe_2O_3 9,42, FeO 1,06, CaO 6,60, MgO 13,26, K_2O 0,56, Na_2O 1,01, Summe 100,89. In ihr bildeten sich ziemlich grosse Einsprenglinge von Olivin und rhombischem Pyroxen, umgeben von einer Grundmasse von monoklinem Pyroxen, Plagioklas, Magnetit, Hämatit und wenig Glas. Der rhombische Pyroxen wurde sehr sorgfältig isolirt. Er ist im auffallenden Lichte hellstrohgelb, im durchfallenden Lichte fast farblos, zeigt gerade Auslöschung und niedrige Doppelbrechung. Spec. Gew. 3,087. Die chemische Zusammensetzung ist in der ersten der beiden folgenden Analysen wiedergegeben:

	I.	II.
SiO_2	53,07	53,2
Al_2O_3	4,12	4,0
Fe_2O_3	6,08	6,3
FeO	0,94	0,7
CaO	2,85	2,8
MgO	33,75	33,0
	100,81	100,0

Auf Grund der Analyse I. nimmt der Verf. als Formel seines rhombischen Pyroxens an

$$\underset{81\,\%}{\left\{\begin{matrix} 10\,MgSiO_3 \\ \frac{1}{8}FeSiO_3 \\ \frac{1}{8}CaSiO_3 \end{matrix}\right\}} \cdot \underset{19\,\%}{\left\{\begin{matrix} \frac{1}{2}MgFe_2SiO_6 \\ \frac{1}{2}CaAl_2SiO_6 \end{matrix}\right\}}.$$

Unter II. ist die theoretische sehr gut stimmende Zusammensetzung dieses Pyroxens wiedergegeben. Auch im rhombischen Pyroxen des Basalts von Lauterbach ist mehr Fe_2O_3 als FeO aufgefunden worden; und 4 % Al_2O_3 sind aus vielen natürlichen Enstatiten und Hypersthenen bekannt.

Versuch 2. Monokliner Pyroxen (Augit). Die Schmelze unterschied sich von dem Melilithbasalt von Hochbohl nur durch höheren SiO_2- und Alkaliengehalt. Es bildeten sich darin bis 1,5 mm grosse Augitkryställchen, die in einer Grundmasse von Olivin, Ilmenit, Magnetit, rothbraunen Nadeln eines anderen Augits, Feldspath und Glasbasis liegen. Der Augit der Einsprenglinge wurde sorgfältig isolirt. Spec. Gew. 3,177. Unter dem Mikroskope ist das Pulver gelb, schwach pleochroïtisch, hat hohe Interferenzfarben und eine maximale Auslöschungsschiefe von 45°.

	I.	II.	III.
SiO_2	46,93	47,6	42,90
TiO_2	Spuren	—	0,50
Al_2O_3	6,76	6,3	7,91
Fe_2O_3	10,82	11,3	15,19
FeO	0,70	0,7	1,03
CaO	20,00	20,0	14,00
MgO	12,70	12,2	12,58
K_2O	Spuren	—	0,52
Na_2O	1,72	1,9	6,63
Summe	99,63	100,0	101,26

I. ist die Zusammensetzung der Augiteinsprenglinge, aus der sich folgende Formel ergiebt:

$$\underset{67\,\%}{\left\{\begin{matrix} 3\frac{1}{2}CaSiO_3 \\ 2\,MgSiO_3 \\ \frac{1}{10}FeSiO_3 \end{matrix}\right\}} \cdot \underset{33\,\%}{\left\{\begin{matrix} Mg(\frac{1}{2}Al_2,\,\frac{1}{2}Fe_2)\,SiO_6 & 25\,\% \\ \frac{3}{10}Na_2(\frac{1}{10}Al_2,\,\frac{2}{10}Fe)\,Si_4O_{12} & 8\,\% \end{matrix}\right\}}$$

Dieser Augit enthält also 67 % Metasilicat, 25 % des Tschermak'schen Silicats $Mg(Al_2, Fe_2)\,SiO_6$ und 8 % Jadeït-Akmit. Die theoretische Zusammensetzung dieses Pyroxens steht unter II. — III. ist die Zusammensetzung der Schmelze.

Versuch 3. Monokliner Pyroxen mit 73 % des Tschermak'schen Silicats. Dieser Pyroxen entstand zusammen mit Haüyn, Anorthit, Magnetit und etwas Glasbasis und liess sich leicht mit Säuren isoliren. Spec. Gew. $>$ 3,18. Er ist monoklin, hat auf (010) eine Auslöschungsschiefe von nur etwa 8°, besitzt rothbraune Farbe und zeigt hohe Interferenzfarben. Spaltwinkel 88°. Er wurde durch zwölfstündige Behandlung mit concentrirter heisser HCl unter Ausscheidung pulverförmiger SiO_2 aufgelöst.

	I.	II.	III.
SiO_2	30,87	31,1	37,70
Al_2O_3	13,82	11,7	21,95
Fe_2O_3	25,35	27,6	9,35
FeO	1,12	1,0	0,80
MnO	4,08	4,1	3,00
CaO	22,17	21,0	17,10
MgO	1,54	1,7	0,53
K_2O	0,43	—	1,20
Na_2O	1,51	1,8	4,92
SO_3	—	—	3,70
Summe	100,89	100,0	100,25

I. ist die Zusammensetzung des mit HCl zersetzten Pyroxens. In diesem Körper herrscht das Tschermak'sche Silicat über die anderen Verbindungen stark vor, wie sich aus den folgenden dafür möglichen Formeln ergiebt:

A. $$10\left\{\begin{matrix} 5Ca\ Fe_2SiO_6 \\ 2Mn\ Al_2SiO_6 \\ 1\frac{1}{2}Mg\ Al_2SiO_6 \\ 1\ Na_2Fe_2SiO_6 \\ \frac{1}{2}FeAl_2SiO_6 \end{matrix}\right\}\cdot 8\,CaSiO_3.$$

73 % 27 %

B. $$10\left\{\begin{matrix} 4\,CaAl_2SiO_6 \\ 6\,CaFe_2SiO_6 \end{matrix}\right\}\cdot 8\left\{\begin{matrix} 3\,Ca\ SiO_3 \\ 2\,Mn\ SiO_3 \\ 1\frac{1}{2}Mg\ SiO_3 \\ 1\ Na_2SiO_3 \\ \frac{1}{2}Fe\ SiO_3 \end{matrix}\right\}.$$

73 % 27 %

Bei beiden Berechnungsarten bleibt das Verhältniss zwischen dem Metasilicat und dem Tschermak'schen Silicat dasselbe. Unter II. steht die theoretische Zusammensetzung eines solchen Pyroxens, unter III. die der Schmelze.

Das Tschermak'sche Silicat existirt danach also wirklich, wie schon Dölter angegeben hatte. Es scheint rhombisch zu sein, wenn es für sich allein auftritt (Dölter). Wo es in grösseren Mengen an der Zusammensetzung eines monoklinen Pyroxens theilnimmt, da scheint es die Auslöschungsschiefen herabzudrücken (Morozewicz).

Versuch 4. Alkalihaltige Augite.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
SiO_2	53,72	54,7	52,94	58,91	56,1	59,50
Al_2O_3	7,87	8,2	7,84	10,81	10,6	10,24
Fe_2O_3	7,19	6,5	5,80	7,12	8,3	7,25
FeO	5,17	5,1	6,54	1,86	1,7	1,71
CaO	8,70	9,1	9,25	10,12	11,6	10,02
MgO	5,73	5,7	6,05	4,34	5,2	4,30
K_2O	1,10	—	0,90	1,00	—	0,90
Na_2O	10,03	10,7	9,60	4,98	6,5	4,55
Summe	99,51	100,0	98,92	99,14	100,0	98,47
Spec. Gew.	2,886	—	2,773	2,724	—	2,628

III. und VI. sind die Zusammensetzungen von zwei künstlich hergestellten Gläsern, in denen sich aus Alkali-Augit bestehende Sphärolithen gebildet haben. Die Zusammensetzung dieser ist unter I. bezw. IV. wiedergegeben. Der Verf. berechnet für sie die folgenden Formeln:

I.

$$1\tfrac{1}{5}\left\{\begin{matrix}\tfrac{4}{5}Na_2Al_2Si_4O_{12}\\ \tfrac{2}{5}Na_2Fe_2Si_4O_{12}\end{matrix}\right\}\cdot 4\tfrac{1}{5}\left\{\begin{matrix}1\tfrac{3}{5}CaSiO_3\\ 1\tfrac{2}{5}MgSiO_3\\ \tfrac{7}{10}FeSiO_3\\ \tfrac{1}{2}Na_2SiO_3\end{matrix}\right\}$$

51,5 % 48,5 %

Die theoretische Zusammensetzung von I. findet sich unter II.

IV.

$$1\tfrac{1}{2}\left\{\begin{matrix}Na_2Al_2Si_4O_{12}\\ \tfrac{1}{2}CaFe_2Si_4O_{12}\end{matrix}\right\}\cdot 2\tfrac{3}{4}\left\{\begin{matrix}1\tfrac{1}{2}CaSiO_3\\ MgSiO_3\\ \tfrac{1}{4}FeSiO_3\end{matrix}\right\}$$

65 % 35 %

Die theoretische Zusammensetzung steht unter V. Es ist hervorzuheben, dass die Sphärolithe IV. nicht ganz frei von Glas sind. Daher ist auch die Formel nicht ganz genau.

Der Augit I., vom Verf. als Akmit-Jadeït-Augit bezeichnet, besitzt ziemlich lebhaften Pleochroïsmus (grünlichgelb und rosa) und eine Auslöschungsschiefe $c:\mathfrak{a}$ von etwa 18⁰. Das specifische Gewicht ist etwas zu niedrig gefunden worden. Der Augit IV. besitzt eine Auslöschungsschiefe von $c:\mathfrak{a}$ von nur etwa 10⁰.

Die Ergebnisse dieses Abschnittes über Pyroxene werden vom Verf. in folgenden Sätzen wiedergegeben:

1) »Die Zusammensetzung der aus Schmelzen isolirten Pyroxene kann man als ein isomorphes Gemisch dreier Silicate: des Metasilicats $MeSiO_3$, des Tschermak'schen Silicats MeR_2SiO_6 und des Akmit-Jadeïts $Me_2R_2Si_4O_{12}$ betrachten.«

2) »Das Tschermak'sche Silicat MeR_2SiO_6 kann selbständig in Form von wahrscheinlich rhombischem Pyroxen krystallisiren; in Säuren ist es leichter als das Metasilicat löslich.«

3) »In sauren ($SiO_2 > 50$ %) und alkalischen Magmen vereinigt sich mit dem Metasilicat vorzugsweise Akmit-Jadeït, in mehr basischen ($SiO_2 < 50$ %) das Tschermak'sche Silicat.«

4) »In circa 50 % SiO_2 enthaltenden und alkaliarmen Magmen scheidet sich nach der Vogt'schen Regel rhombischer Pyroxen aus, wenn das Verhältniss $(MgO + FeO):CaO$ annähernd gleich 3 (oder grösser) ist; ist dies Verhältniss bedeutend kleiner, dann krystallisirt anstatt des rhombischen Pyroxens monokliner Augit.«

5) »Durch eine Beimengung von Tschermak's Silicat und von Akmit-Jadeït werden die optischen Eigenschaften des Metasilicats, wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist, verändert.

Pyroxen:	Metasilicat:	Tschermak's Silicat:	Akmit-Jadeït:	Auslöschungsschiefe $c:\mathfrak{a}$
II. S. 503	67 %	25 %	8 %	45⁰
II. S. 504 unten	48,5	—	51,5	etwa 18⁰
V. S. 504 unten	35	—	65	- 10
S. 504 oben	27	73	—	- 8

Bildung von Wollastonit in Fabrikgläsern.

Alljährlich einmal werden aus den Glasöfen der Fabrik Targówek mehrere tausend Kilogramm geschmolzenes Glas behufs Reparatur der Oefen in den Fabrikhof entleert. In den unteren Theilen dieser Masse, die sich im Ofen unmittelbar über dem Boden befunden und sich, wie die chemische Untersuchung zeigt, dort an Kalk angereichert haben, finden sich nach der Erstarrung lange Nadeln von Wollastonit. Spec. Gew. 2,8075. Die chemische Analyse, die weiterhin wiedergegeben wird, ergiebt $CaSiO_3$. Die langnadelförmigen Krystalle besitzen vollkommene Spaltbarkeit parallel der Längsrichtung, Seidenglanz, der Längsrichtung parallele Auslöschung, hohe Doppelbrechung und Brechungsindices, die nicht stark von 1,62 abweichen. Sie sind optisch zweiaxig, mit kleinem Axenwinkel und senkrecht zur Längserstreckung stehender Axenebene. Der optische Charakter ist negativ. In Salzsäure sind die Krystalle leicht unter Ausscheidung gelatinöser SiO_2 löslich. Nach all' den aufgeführten Eigenschaften handelt es sich zweifellos um Wollastonit und nicht um Diopsid oder das hexagonale Calciummetasilicat, von denen Vogt nachwies, dass sie häufig mit Wollastonit verwechselt wurden.

	I.	II.	III.
SiO_2	37,15	58,10	66,12
Al_2O_3	—	5,50	6,35
$Fe_2O_3 + FeO$	—		1,70
CaO	33,33	24,75	10,68
MgO	—	5,00	2,13
Na_2O	—	4,40	(12,72)
Unlösliches	29,31	—	—
Glühverlust	—	0,80	0,30
Summe	99,79	98,55	100,0

Unter I. ist die Zusammensetzung des mit Glas vermengten Wollastonits mitgetheilt, der durch Auflösen in HCl von dem Glase getrennt wurde. In dem löslichen Theile ist das Verhältniss $CaO : SiO_2 = 1 : 1,04$.

Unter II. steht die Zusammensetzung eines mit Glas verunreinigten Diopsids, der sich neben dem Wollastonit in dem Glase in kugeligen Aggregaten ausgeschieden hat. Isolirte Kryställchen desselben Pyroxens, die sich im Glase zwischen den Wollastonitnadeln befinden, zeigen gewöhnlich nur $\{110\}$ $\{1\bar{1}1\}$, seltener auch noch $\{100\}$ und $\{010\}$, an Stelle der Hemipyramide mitunter $\{101\}$ oder $\{001\}$. Prismenwinkel ungefähr 87^0, Neigung der Basis zum Orthopinakoid 74^0, Auslöschungsschiefe auf (010) etwa 36^0. Verhältniss:

$$SiO_2 : Al_2O_3 : CaO : MgO : Na_2O = 14 : 0,7 : 6,3 : 1,7 : 1.$$

Dieser Diopsid würde also etwa viermal mehr Ca- als Mg-Metasilicat, möglicherweise auch etwas Jadeïtsilicat enthalten.

III. ist die Zusammensetzung des den Wollastonit und Diopsid enthaltenden Glases, in dem nach der Ausscheidung dieser beiden Mineralien $(Na_2O + CaO + MgO) : SiO_2$ wie $1 : 2,5$ ist, das also der Zusammensetzung des sogenannten Normalglases nahe steht.

Synthese von Nosean, Haüyn, Sodalith und Natrongranat (»Lagoriolith«).

1) Herstellung von Nosean. Die Mischungen wurden in einem von einem Thoncylinder umgebenen und von einem Müncke'schen Brenner erhitzten Platin-

tiegel geschmolzen. Die angewandte Temperatur überstieg nicht 700°, konnte aber durch Abnehmen des Tiegeldeckels und Entfernung des Thoncylinders bis zur dunklen Rothgluth erniedrigt werden. Aus reinem Schneeberger Kaolin, Soda, gefälltem $CaCO_3$ und Gyps wurde erstens eine Noseanmischung (Na_2O, Al_2O_3, $2SiO_2$) und zweitens eine Haüynmischung $2(CaO, Al_2O_3, 2SiO_2) + CaSO_4$ bereitet. Beide wurden mit der zehnfachen Menge entwässerten Glaubersalzes gemengt. Die Noseanschmelze ergab nach Behandlung mit Wasser zahlreiche isotrope Rhombendodekaëder zusammen mit abgerundeten Körnchen derselben Substanz, deren Zusammensetzung in der unten folgenden Tabelle unter I. wiedergegeben ist. Nach Abzug des unlöslichen Rückstandes ergiebt sich die Zusammensetzung unter II., die sehr genau der Formel $3(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2SO_4$ entspricht. Theoretische Zusammensetzung dieser Verbindung unter III.

Bei einem Versuche mit der Haüynmischung wurde beim Lösen der Schmelze in Wasser gleichfalls ein Gemenge von Rhombendodekaëdern und abgeschmolzenen Körnchen erhalten, dessen Zusammensetzung unter IV. der Tabelle steht. V. ist dieselbe Analyse, ohne den unlöslichen Rückstand auf 100 % berechnet. — Mit derselben Mischung wurde ein zweiter Versuch unter Anwendung grösserer Mengen angestellt. Der obere Theil der Schmelze für sich allein in Wasser gelöst ergab ein blaues (Analyse VI.), der untere ein graues, in beiden Fällen an Rhombendodekaëdern reiches Pulver (Analyse VII.). Der Analyse VI. wird vom Verf. selbst wegen der zu geringen Menge des Materials nur eine qualitative Bedeutung zugeschrieben. Doch scheint immerhin daraus hervorzugehen, dass das blaue Pulver an CaO und SO_3 reicher ist als das graue. VIII. giebt die Zusammensetzung der nach Abzug des unlöslichen Rückstandes auf 100 % berechneten Analyse VII. wieder. — Bei einem letzten Versuche mit der Haüynmischung wurde endlich ein fast ganz aus optisch isotropen Rhombendodekaëdern bestehendes blaues Pulver erhalten, dessen Zusammensetzung mit unlöslichem Rückstande unter IX., ohne diesen auf 100 % berechnet unter X. steht. Dies Pulver scheint mit dem unter VI. mitgetheilten gleiche Zusammensetzung zu haben. Ist der Kalk in ihnen als Haüynsilicat gebunden, so berechnet sich für sie die Formel: $\left\{\begin{matrix} 3\frac{1}{2}[3(Na_2Al_2Si_2O_8 . Na_2SO_4] \\ \frac{1}{2}[2(CaAl_2Si_2O_8) . CaSO_4 \end{matrix}\right\}$.

Dieser entspricht die Zusammensetzung unter XI., während der Formel $3(Na_2Al_2Si_2O_8) . Na_2SO_4$ die bereits angegebenen Zahlen unter III. entsprechen. XII. ist die Zusammensetzung des bei den Versuchen benutzten Schneeberger Kaolins. Der bei den Analysen angegebene unlösliche Rückstand bestand aus Quarzkörnchen, Muscovit, seltener aus Kaolin.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Gew. d. Subst.	0,46 g	—	—	0,44 g	—	0,27 g	0,37 g	—
SO_3	7,75	7,9	8,0	7,40	7,9	8,32	6,70	7,0
SiO_2	35,56	36,0	36,2	32,20	34,5	65,75 (SiO₂ + Al₂O₃)	35,13	37,0
Al_2O_3	29,95	30,3	30,8	27,30	29,1		29,19	30,7
CaO	0,86	0,9	—	—	—	3,31	2,43	2,5
MgO	—	—	—	3,96	4,2	Spuren	—	—
Na_2O	24,60	24,9	25,0	22,84	24,3	22,62	21,67	22,8
S	—	—	—	—	—	Spuren	—	—
Unlösliches	2,15	—	—	6,60	—	—	4,86	—
Summe	100,87	100,0	100,0	100,30	100,0	100,00	99,98	100,0

	IX.	X.	XI.	XII[1]).
Gew. d. Subst.	0,53 g	—	—	—
SO_3	8,21	8,2	8,4	—
SiO_2	36,31	36,6	36,3	45,75
Al_2O_3	29,46	29,7	30,3	40,17 ($Al_2O_3 + Fe_2O_3$)
CaO	1,52	1,5	2,2	0,20
MgO	—	—	—	—
Na_2O	23,67	24,0	22,8	—
S	Spuren	—	—	(13,98 H_2O)
Unlösliches	2,09	—	—	
Summe	101,26	100,0	100,0	100,10

Die bei den Versuchen dargestellte Verbindung XI. kann nach dem Verf. nicht mehr Kalk aufnehmen, da dieser durch die chemische Massenwirkung des schwefelsauren Natrons verdrängt wird. Die wiederholt beobachtete blaue Farbe der Producte beruht auf sehr kleinen Beimengungen von Metallsulfiden, wahrscheinlich FeS. Sie wird auch durch Glühen nicht zerstört. Die hergestellten künstlichen Verbindungen entsprechen offenbar den natürlichen Noseanen, für die der Verf. auf Grund einer Discussion mehrerer Analysen die Formel $3(Na_2Si_2O_8) + Na_2SO_4$ für die richtige hält.

2) Herstellung von Haüyn[2]). Hergestellt wurde der Haüyn in einer Mischung, die wie folgt zusammengesetzt war: 80 g $[2(CaAl_2Si_2O_8) . CaSO_4 + 3(Na_2Al_2Si_2O_8) . Na_2SO_4]$, 17 g $FeSiO_3$, 8 g $CaSiO_3$, 5 g K_2SiO_3, kleine Mengen von Schwefelkalk und aus Versehen eingeführtem Braunstein. Aus dieser Mischung schieden sich nach achttägigem Schmelzen an der dritten Versuchsstelle des Ofens der auf S. 504, I—II, oben beschriebene, 73 % MeR_2SiO_6 enthaltende Pyroxen und scharf ausgebildete, von Glas umgebene bläuliche Haüynkryställchen aus. Letztere zeigten meist nur das Rhombendodekaëder, seltener {100} oder die Combination {110}, {100}. Sie sind einfachbrechend und dürften ihre Farbe wieder der Beimengung von Metallsulfiden verdanken. Von verdünnter HCl leicht aufgelöst scheiden sie beim Eintrocknen Gypsnädelchen aus. Obwohl sie nicht isolirt werden konnten, lässt sich ihre Menge doch ziemlich genau berechnen, wenn man annimmt, dass die in der erstarrten Schmelze (Analyse III. auf S. 504 oben) noch vorhandenen 3,7 % SO_3 an den Haüyn gebunden sind, was in der That von dem Verf. eingehend begründet wird. Nimmt man nämlich für Haüyn einen Gehalt von 11,33—11,38 % SO_3 nach Rammelsberg's Vorgange an, so muss die Schmelze etwa 33 % Haüyn enthalten; und zwar dürfte dieser etwas mehr von der Verbindung $2(CaAl_2Si_2O_8) + CaSO_4$ enthalten, als die natürlichen Haüyne.

3) Herstellung von Nosean. Ein Gemenge von 79,7 Theilen Kaolin von der in Analyse XII (s. oben) mitgetheilten Zusammensetzung und 21,2 Theilen Soda wurde mit viel $NaCl$ vier Tage lang im Platintiegel über einem Münckeschen Brenner geschmolzen erhalten. Nach dem Auswaschen der Schmelze mit kaltem Wasser blieb ein homogenes, krystallines, theils aus Rhombendodekaëdern, theils aus abgerundeten Körnchen bestehendes schneeweisses Pulver übrig, das sich in verdünnter HNO_3 völlig auflöste (Analyse I. der folgenden Tabelle). Die betreffende Verbindung entspricht der Formel $2(Na_2Al_2Si_2O_8) + NaCl$, deren

1) Ausgeführt von F. Dutkowski.

2) Vergl. hierüber auch die frühere Mittheilung des Verfs. im N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1893, **2**, 43. Ref. diese Zeitschr. **25**, 506.

theoretische Zusammensetzung unter II. wiedergegeben ist und genau mit der von Groth und Clarke angegebenen Formel übereinstimmt. — Bei einem zweiten Versuche wurde in derselben Weise, wie das bereits Mügge mit Erfolg gethan hat, Sodalith durch Schmelzen von fein geriebenem Eläolithpulver mit überschüssigem $NaCl$ hergestellt. Dabei blieben nach Behandlung der Schmelze mit kaltem Wasser ausser Rhombendodekaëdern von Sodalith auch noch amorphe, in HCl und HNO_3 unlösliche Glaskörnchen zurück. III. ist die Zusammensetzung des Sodaliths, VI. die der Glaskörnchen. IV. ist die Zusammensetzung des nach Abzug des unlöslichen Rückstandes wieder auf 100 % berechneten Sodaliths, der der Formel $3(Na_2Al_2Si_2O_8) + 2NaCl$ (Columne V.) entspricht. VII. ist die Analyse des beim Versuch verwendeten Eläoliths von Låven, Langesundfjord, der die Formel $4(K_2, Na_2)O$, $4Al_2O_3$, $9SiO_2$ (Columne VIII.) hat. Die bei den beiden Versuchen erhaltenen Sodalithe kommen auch in der Natur vor. Der Eläolith scheidet zweifellos bei der Umwandlung in Sodalith den neunten Theil seiner SiO_2-Menge aus.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Gew. d. Subst.	0,558 g	—	0,804 g	—	—	0,203 g	0,656 g	—
Cl	5,67	5,6	6,89	7,2	7,3	—	—	—
SiO_2	37,76	38,3	35,57	37,1	37,2	71,92	44,51	44,3
Al_2O_3	32,60	32,6	30,00	31,3	31,6	13,30	33,38	33,5
CaO	0,78	—	0,37	0,4	—	0,50	0,45	—
K_2O	—	—	0,50	0,5	—	(14,28)	5,50	5,4
Na_2O	24,33	24,8	24,13	25,1	25,5		15,69	16,8
H_2O	—	—	(2,61 [1])	—	—	—	1,37	—
Summe	101,14	101,3	100,07	101,6	101,6	100,00	100,90	100,0
$O - Cl$	1,30	1,3	1,50	1,6	1,6	—	—	—

4) Herstellung von Natrongranat = Lagoriolith. — Im Jahre 1892 hatte der Verf.[2]) bei einer Reihe von Versuchen gut ausgebildete, theils einfach-, theils schwach doppeltbrechende, polysynthetisch verzwillingte Kryställchen erhalten. Da sie quantitativ nicht untersucht werden konnten, qualitativ geprüft aber SO_3 und CaO ergaben, so hielt er sie damals für Haüyn. Es ist ihm jetzt auf die im Folgenden beschriebene Weise gelungen, grössere Mengen derselben Substanz zu erhalten. Er stellte drei Mischungen her.

A.	B.	C.
$65(SiO_2.3HO_2)$	$63,3(SiO_2.3H_2O)$	$64,1(SiO_2.3H_2O)$
$44(Al_2O_3.3H_2O)$	$45,5(Al_2O_3.3H_2O)$	$43,8(Al_2O_3.3H_2O)$
32,5 Gyps	$14,9\,CaCO_3$	$30,4\,Na_2CO_3$
	12,6 Gyps	
	$7\,Na_2SO_4$	

Diese Mischungen wurden zusammen mit Na_2SO_4, die beiden ersten gleichzeitig auch mit $NaCl$, in dunkler Rothgluth längere Zeit geschmolzen erhalten.

Es bildeten sich dabei ausser amorphen Aluminiumverbindungen ziemlich grosse glänzende durchsichtige Kryställchen, die getrennt analysirt wurden.

1) Glas.
2) N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1892, **2**, 139. Ref. in dieser Zeitschr. **24**, 164.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Gew. d. Subst.	0,411 g	—	—	0,208 g	—	0,158 g	—	—
Unlösliches	14,84	—	—	6,25	—	22,78	—	—
SiO_2	33,82	39,6	39,1	37,40	39,8	31,64	41,0	37,3
Al_2O_3	18,26	21,4	22,1	14,42	15,3	17,72	22,9	26,4
CaO	12,16	14,2	14,6	17,30	18,3	Spuren	—	—
Na_2O	20,20	23,6	24,2	22,20	23,6	(23,52)	30,5	32,1
SO_3	1,02	1,2	—	2,80	3,0	4,34	5,6	4,2
Cl	Spuren	—	—	Spuren	—	—	—	—
Summe	100,36	100,0	100,0	100,37	100,0	100,00	100,0	100,0

I. und II. geben die Zusammensetzung der aus der Mischung B. erhaltenen Kryställchen und zwar II. unter Abzug des unlöslichen Rückstandes und Neuberechnung auf 100 %. IV. und V. geben dieselben Zahlen für die Mischung A., VI. und VII. für die allerdings unvollständige Analyse der Kryställchen aus der Mischung C. Berechnet man die Analyse II., so erhält man, zunächst unter Vernachlässigung der 1,2 % SO_3, folgendes Verhältniss:

$$
\begin{array}{ccccc}
SiO_2 & : & Al_2O_3 & : & (CaO + Na_2O) \\
6,6 & : & 2,1 & : & (2,5 + 3,8) \\
6,6 & : & 2,1 & : & 6,3 \\
3,1 & : & 1 & : & 3
\end{array}
$$

Das ergiebt aber $3(Na_2, Ca)O, Al_2O_3, 3SiO_2$ (Columne III.) mit $Na_2O : CaO = 3 : 2$, also einen Grossular, in dem $\frac{3}{5}$ des Kalkes durch Natron ersetzt sind.

Berechnet man die Analysen V. und VII., so ergiebt es sich, dass sie offenbar isomorphe Mischungen derselben Verbindung mit Haüyn- und Noseansubstanz darstellen. VII. ergiebt nämlich:

$$\left\{\begin{array}{l} 2(Na_6Al_2Si_3O_{12}) \\ {[3(Na_2Al_2Si_2O_8).Na_2SO_4]} \end{array}\right\},$$

also eine Verbindung von 1 Molekül Nosean und 2 Molekülen Natrongranat, der die theoretische Zusammensetzung unter VIII. zukommen würde. V. ergiebt eine ähnliche Mischung von Kalknatrongranat mit Nosean bezw. Haüyn. Doch sind die Analysen V. und VII. nicht mit hinreichend grossen Substanzmengen ausgeführt, dass sie für eine Berechnung bestimmter Zahlenverhältnisse genügen würden. Das Auftreten eines Natrongranats, für den Verf. den Namen »Lagoriolith« vorschlägt, ist sehr wichtig, weil eine ganze Anzahl von Grossularen und Melaniten Alkalien führen, der Melanit von Oberschaffhausen im Kaiserstuhl nach einer Analyse von Klaus sogar 4,22 % $K_2O + NaO_2$. Offenbar sind diese Alkalien als Lagoriolithverbindung in den Granaten vorhanden. Ebenso interessant ist die auch aus der zuverlässigen Analyse II. hervorgehende Thatsache, dass Granatsubstanz mit Nosean- bezw. Haüynsubstanz in isomorpher Mischung krystallisiren kann. Bestätigt wird diese Auffassung auch durch die physikalischen und geometrischen Eigenschaften der erhaltenen Kryställchen. Die aus den Mischungen A. und C. erhaltenen Kryställchen zeigen meist vorherrschendes {100} mit Kantenabstumpfung durch {110}. Sie sind zu einem kleinen Theile ganz einfachbrechend, meist weisen sie schwache Doppelbrechung auf, die dann polysynthetische Zwillingsstructur erkennen lässt. Brechungsexponent ungefähr 1,5, also höher als bei Nosean und Haüyn, viel niedriger als bei Grossular. — Die Kryställchen der Mischung B. zeigen meist vorherrschendes {110}

mit untergeordnetem $\{100\}$, seltener eine dieser Formen für sich allein oder die Combination $\{110\}$ $\{hk0\}$. Auch sie zeigen optische Anomalien und zwar ähnlich, wie der von Klein beschriebene »oktaëdrische« Granattypus. Der Verf. schreibt auf Grund dieser Untersuchungen die Formeln von Sodalith, Nosean, Lagoriolith und Grossular, wie folgt:

$$3(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2Cl_2 = \text{Sodalith}$$
$$3(Na_2Al_2Si_2O_8) + Na_2SO_4 = \text{Nosean}$$
$$Na_2Al_2Si_2O_8 + Na_2SiO_4 = \text{Lagoriolith}$$
$$CaAl_2Si_2O_8 + Ca_2SiO_4 = \text{Grossular.}$$

»Beide Theile dieser Verbindungen, das Thonerdesilicat und das Alkali-, respective Erdalkalisalz, sind mit einander lose gebunden in Form von Radicalen, von denen das erstere nach Thugutt noch aus $2Na_2Al_2Si_3O_{10}$ und $Na_2Al_2O_4$ besteht.«

Herstellung von Plagioklasen.

In einer ganzen Reihe von Schmelzen erhielt der Verf. Plagioklase, einmal sogar in so grossen Krystallen, dass eine Isolirung mit Hülfe der Thoulet-schen Flüssigkeit und des Elektromagneten möglich war.

	I.	II.
SiO_2	46,00	46,5
Al_2O_3	35,20	34,6
Fe_2O_3	—	—
CaO	17,15	17,3
Na_2O	1,65	1,6
Summe	100,00	100,0

Das spec. Gew. der Körnchen betrug 2,757, die Auslöschungsschiefe auf P 27⁰—33⁰, auf M 34⁰—38⁰. Die chemische Zusammensetzung des analysirten Materials steht unter I. Sie entspricht sehr genau der des Anorthits Ab_1An_6 (II.), für welchen auch die physikalischen Eigenschaften gut stimmen. In vielen der Schmelzen schieden sich nebeneinander Labradorit und Anorthit aus ohne Uebergangsmischungen, eine Beobachtung, die Verf. zusammen mit den bekannten analogen Beobachtungen von Fouqué und Michel-Lévy besonders hervorhebt.

II. Theil.

Mikroskopisch-petrographische Beschreibung der Schmelzen.

Aus dem zweiten Theile der Arbeit können an dieser Stelle nur noch einige mineralogisch interessante Ergebnisse mitgetheilt werden, soweit das noch nicht im Vorhergehenden geschehen ist.

Beim Schmelzen eines Granits von Swinica (Tatra) blieben die Quarzkörnchen fest, wandelten sich aber in ein Aggregat von ziegeldachähnlich übereinander liegenden Tridymitblättchen um, wie das Verf. auch von Graniteinschlüssen im sogenannten Volhynit beschrieben hat. In einer aus $85SiO_2$, $5CaO$ und $10Na_2O$ bestehenden Schmelze wurden die schon von Benrath erhaltenen, von Fouqué und Michel-Lévy als besondere prismatische, optisch negative Modification der Kieselsäure erkannten Krystalle dargestellt.

Bei einem anderen Versuche gelang es dem Verf., in einer Schmelze von der Zusammensetzung des Liparits unter Beimischung von etwas Wolframsäure

die drei Hauptgemengtheile des Liparits, Quarz, Biotit und Sanidin, neben einander herzustellen. — Beim Schmelzen einer basaltischen Mischung wurden hübsche Olivin-(Forsterit)-Kryställchen erhalten und zwar in zwei Typen: 1) einem länglich prismatischen mit vorherrschendem Prisma und dem Doma {021}. 2) einem kurzprismatischen mit den Formen {100}, {110}, {010}, {101}, {111}, {021} und mit oder ohne {001}.

Beim Schmelzen der einem mit Thonerde übersättigten Feldspathbasalt entsprechenden Mischung bildete sich im Centrum eine rundliche, ziemlich scharf begrenzte Olivinconcretion, was im Hinblick auf die strittige Frage nach der Entstehung der natürlichen Olivinknollen in den Basalten von Interesse ist.

In einem besonderen Anhange werden uralische Korundgesteine beschrieben. Der Verf. hält es für wahrscheinlich, dass der Barsowit G. Rose's keine selbständige Mineralspecies sei, und zeigt, dass er in manchen Fällen wirklich nur Anorthit ist. Er beschreibt unter dem Namen Kyschtymit ein Spinellführendes Korund-Anorthitgestein, das in Gängen, vielleicht auch in Stöcken auftritt. Auch Korundpegmatite und Korundsyenite, in Gängen bezw. in Stöcken auftretend, werden beschrieben.

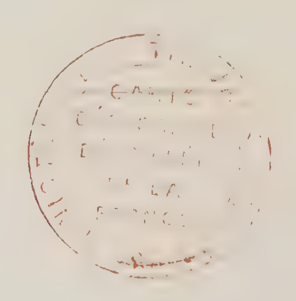
Die folgende Tabelle zählt in übersichtlicher Form die von dem Verf. künstlich erhaltenen und in der Arbeit beschriebenen Mineralien auf.

I. Freie Oxyde. Korund, Hämatit, Ilmenit, Quarz, Tridymit, die nicht näher bekannte prismatische Modification der Kieselsäure.

II. Aluminate und Ferrite. Spinell, Chlorospinell, Pleonast (Ceylanit), Hercynit, Magnoferrit, Magnetit.

III. Silicate. Sillimanit, Cordierit, Olivin, Forsterit, Fayalit, Monticellit, Enstatit, Hypersthen, verschiedene monokline Pyroxene, darunter auch Alkaliaugite, Wollastonit, Biotit, Lepidomelan, Sanidin, Labrador, Anorthit (Bytownit), Melilith, Nephelin, Haüyn, Nosean, Sodalith, Lagoriolith (Natrongranat).

Ref.: W. Salomon.



XX. Einige interessante Ausbildungsweisen von Calcitkrystallen.

Von

S. L. Penfield und **W. E. Ford** in New Haven, Conn.

(Hierzu Tafel XVI und 20 Textfiguren.)

1. Calcit mit Quarzeinschlüssen von den Bad Lands, Washington County, South Dakota.

Der Quarzeinschlüsse führende Calcit von Fontainebleau, bisweilen »krystallisirter Sandstein von Fontainebleau« genannt, ist den Mineralogen wohl bekannt und sind Handstücke davon in vielen Sammlungen zu finden. Sie bestehen aus Calcitsubstanz, die fünfzig bis sechzig Procent Sand einschliesst und wurden früher von Lassone[1]) und Haüy[2]) beschrieben. Aehnliche Calcite wurden kürzlich auch in den Bad Lands im südlichen Dakota gefunden und von L. W. Stilwell und Geo. L. English zur Untersuchung nach New Haven gesandt. Unsere Aufmerksamkeit wurde auf dieses Vorkommen auch von Prof. E. H. Barbour in Lincoln gelenkt. Er äusserte die Absicht, die Localität besuchen zu wollen, und er wird ohne Zweifel im Stande sein, interessante Mittheilungen über das Vorkommen zu geben. Herr English sandte eine beträchtliche Anzahl schöner Handstücke für die Brush-Sammlung und ausserdem noch hinreichendes Material für die Analyse. Ein typisches Stück wurde einer quantitativen Analyse unterworfen. Es ergaben sich 40 % Calcit und 60 % Quarzsand. In der Gegend der Bad Lands, von wo die Krystalle stammen, bildet der White River-Sandstein ein weit verbreitetes Gestein und besteht aus Sandkörnern, die durch kalkige Bindemittel fest verkittet sind. Offenbar bilden die vorliegenden Krystalle eine Phase der Sandverkittung, bei der die Krystallform des Calcit erhalten ist. Diese Art der Verkittung mag stattgefunden haben in einer Sandablagerung, die mit kalkführenden Wässern durchtränkt wurde.

1) Mém. d. l'Acad. royale, Paris 1775, S. 65.

2) Traité de Minéralogie 1822, **1**, 424.

Wir können uns vorstellen, dass in einer Sandablagerung das Calcitmaterial die Sandkörner umwächst und die Krystallisation fortschreitet, bis Krystalle von einer bedeutenden Grösse entstanden sind, und dass später in Folge veränderter Bedingungen die Krystallisation aufgehört hat, denn sonst hätte sich gewöhnlicher fester Sandstein mit kalkigem Bindemittel gebildet. Bei der theilweisen Abtragung einer solchen Sandablagerung würden schliesslich Krystalle zum Vorschein kommen.

Die Calcite von dem neuen Fundorte bieten wegen ihrer eigenthümlichen Form einen interessanten Anblick. Die Krystalle von Fontainebleau zeigen das Rhomboëder $f\{02\bar{2}1\}$—2, Fig. 5, S. 263 in Dana's Mineralogie, das eine häufige und typische Ausbildungsweise des Calcits ist. Die Krystalle von den Bad Lands aber sind steile hexagonale Pyramiden, etwas walzenförmig und mit gerundeten Enden. Fig. 1 (nach einer Photographie) stellt einen vollständigen Krystall in seiner natürlichen Grösse dar und giebt eine gute Vorstellung von der allgemeinen Gestalt der Stücke und dem Aussehen der Sandkörner. Wie gewöhnlich bei Abbildungen nach photographischen Aufnahmen sind die Kanten nicht sehr deutlich, und es wurde, um den hexagonalen Charakter besser zum Ausdrucke zu bringen, mit Tinte und Feder eine Skizze entworfen (Fig. 2). In der rhomboëdrischen Klasse giebt es nur hexagonale Pyramiden zweiter Stellung, und man kann leicht sehen, dass bei diesen Krystallen eine solche vorliegt, wenn man bei starker Beleuchtung unter Drehen die Enden näher ansieht und dabei beobachtet, wie der Glanz oder Reflex der rhomboëdrischen Spaltungsflächen des Calcits nur dann zu beobachten ist, wenn abwechselnde Kanten der Pyramide dem Lichte zugewendet sind. Mit einer Lupe kann man ohne Schwierigkeit beobachten, wie der Calcit die Zwischenräume zwischen den Quarzkörnern ausfüllt, und seine Spaltbarkeit erkennen. Pyramiden zweiter Stellung wurden, selbst als kleine Flächen an flächenreichen Combinationen, selten am Calcit beobachtet, während Krystalle, die die hexagonale Pyramide allein oder mit nur wenig Formen combinirt haben, äusserst selten sind. Calcitkrystalle, die als vorherrschende Form die Pyramide $\gamma = \{8.8.\bar{16}.3\}$ in Combination mit nur wenig anderen Formen haben, sind von Rhisnes in Belgien durch Cesàro[1]) und von Visby auf



Fig. 1. Fig. 2.

1) Mém. de l'Acad. roy. d. Belgique 1886, **38**, 1. Ref. diese Zeitschr. 1888, **13**, 431.

Gotland durch Hamberg[1]) beschrieben worden. Die Krystalle aus den Bad Lands sind ohne Zweifel eine gerundete Form dieser seltenen Pyramide. Fig. 3 stellt die Pyramide $\gamma\{8.8.\bar{16}.3\}$ dar, ohne Combination mit einer anderen Form. Hätte der Quarzeinschlüsse führende Calcit ursprünglich diese Gestalt besessen, so hätten offenbar durch Corrosion und Verwitterung die spitzen Enden sich rasch gerundet, während durch allmähliches Abnützen der horizontalen Kanten eine walzenförmige Gestalt, ähnlich wie in Fig. 1 entstanden wäre. In Fig. 4 ist die Pyramide $\gamma\{8.8.\bar{16}.3\}$ mit dem Rhomboëder $r = \{10\bar{1}1\}$ und der Basis $c\{0001\}$ combinirt, wie es die Beschreibung und Zeichnung von Cesàro angiebt, und schon durch eine sehr geringe Corrosion und Verwitterung einer solchen Combination würde eine gerundete Form von der Form der Fig. 2 entstehen.

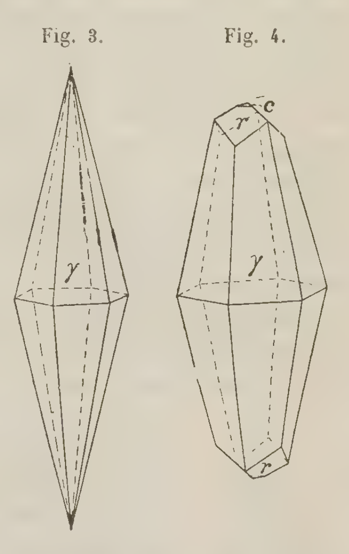


Fig. 3. Fig. 4.

Die Krystalle aus den Bad Lands kommen bisweilen einzeln, öfters zu Gruppen von oft beträchtlicher Grösse verwachsen vor. Die beigegebene Taf. XVI giebt eine Vorstellung von der Grösse und Ausbildungsweise der Stücke. Die Krystalle haben sich offenbar auf einer Bank oder Schicht einer Sandablagerung gebildet; denn wie der Krystall links oben und die Gruppe in der Mitte der Tafel zeigen, kann man die ursprüngliche Schichtung an den Krystallen erkennen, deren Verlauf zu der krystallographischen Symmetrie derselben in keiner Beziehung steht. Die Gruppe in der Mitte sieht aus wie eine etwas verwitterte thonartige Concretion oder wie die bei der Corrosion von geschichteten Sandsteinablagerungen entstehenden Formen. Sie besitzt jedoch krystallinischen Charakter wie die anderen, obgleich die äussere Form durch weitgehende Verwitterung fast ganz zerstört ist. Der Sand in den Stücken hat grösstentheils ein fast gleichmässiges Korn. Die Körner haben im Durchmesser $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ mm und sind gut gerundet. Gelegentlich kommen in den feineren Sand eingebettet grosse, abgerundete Körner, wahre Quarzgerölle vor, die 1 cm im Durchmesser haben. Ein Stück — auf Taf. XVI unten rechts — ist ein wahrhaftiger Steinklos, jedoch ist trotz des groben Kornes die Pyramide gut ausgebildet. Die Farbe der Krystalle ist grau, fast genau wie die der Stücke von Fontainebleau.

---

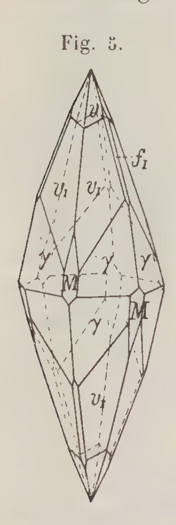
1) Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. 1894, **16**, 709. Ref. diese Zeitschr. **26**, 90.

2. Calcit von Union Springs, Cayuga County, N. Y.

Die zu beschreibenden Krystalle wurden von J. M. Clarke im Sommer des Jahres 1899 gefunden und an Prof. E. S. Dana zur Untersuchung übersandt. Clarke hatte beobachtet, dass ihre Form ungewöhnlich interessant erschien, und schickte uns mehrere Handstücke mit der Bitte, die Ausbildung zu beschreiben und die typischen Exemplare in der Sammlung des Yale College aufzubewahren. Die Krystalle kommen im Onondaga-Kalkstein vor, in einer Gegend, wo geringe tektonische Störungen Spaltrisse hervorgerufen haben, in denen sich der Calcit als Füllmaterial abgesetzt hat. Das Interessanteste an den Krystallen ist die Verschiedenheit im Habitus, die oft an einem einzelnen Handstücke zu beobachten ist und von der Mannigfaltigkeit der Zwillingsgesetze herrührt, und die eigenthümliche Ausbildung bestimmter Krystallflächen.

Der grösste Theil der Krystalle war für die Messung mit dem Reflexionsgoniometer ungeeignet; nur bei einem kleineren Krystalle, der 5 mm in der Länge und 2 mm im Durchmesser hatte, gelang es, die hervorragendsten Formen mit Hülfe ihrer Winkel zu bestimmen. In der Ausbildung der kleinen Krystalle, Fig. 5, herrscht grosser Flächenreichthum. Die Endflächen sind am glänzendsten und am besten ausgebildet; es sind die des gewöhnlichen Skalenoëders $v\{21\bar{3}1\}$. Zur Identificirung wurde der Winkel r (Spaltbarkeit) : $v = (10\bar{1}1) : (21\bar{3}1) = 28^0\,56'$ gemessen, während sich $29^0\,1'\,30''$ berechnen. In der Zone rv, und mit v einen sehr kleinen Winkel bildend, liegt das Skalenoëder $v_1 = \{7.4.\bar{1}\bar{1}.3\}$, das an den Krystallen von diesem Vorkommen besonders stark hervortritt. Diese Form wurde von Bournon an Krystallen von Derbyshire und den Dauphinéer Alpen bestimmt und ist in seinem Traité de Minéralogie, 1808, als Nr. 37, Taf. XXXI abgebildet. Die Form wurde identificirt durch ihre Lage in der Zone rv und die Winkelmessung $v : v' = 3^0\,23'$, berechnet $3^0\,55'$.

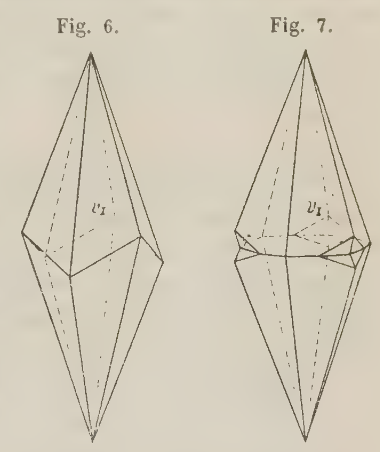
Fig. 5.



An den vorliegenden Krystallen haben diese Skalenoëderflächen vicinale Ausbildung, und so ist der Unterschied zwischen ihnen und den besser ausgebildeten Flächen des Skalenoëders v im Allgemeinen deutlich erkennbar. Ein negatives Rhomboëder f_1 stumpft die Kanten von v_1 ab und tritt immer als schmale Fläche mit vicinaler Ausbildung auf, die keine Reflexe liefert. Ein Rhomboëder von dieser Lage würde das Zeichen $(0.12.\bar{1}\bar{2}.5)$ haben; es ist etwas steiler als das gewöhnliche Rhomboëder $f = \{02\bar{2}1\}$, welches die Polkanten des Skalenoëders v abstumpft. Die Pyramide zweiter Stellung $\gamma = \{8.8.\bar{1}\bar{6}.3\}$ wurde identificirt durch die Winkelmessung $(8.8.\bar{1}\bar{6}.3) : (8.8.\bar{1}\bar{6}.\bar{3}) = 25^0\,40'$, wofür sich $24^0\,46'$ berechnen, und durch die Ab-

stumpfung ihrer Kanten durch das positive Rhomboëder $M = \{40\bar{4}1\}$. Diese seltene Pyramide wurde zuerst von vom Rath[1]) an Krystallen von Andreasberg im Harz beobachtet; es ist dies dieselbe Pyramide, welche an den Quarzeinschlüsse führenden Calciten aus den Bad Lands (s. S. 514) vorherrschend auftritt. Bei den Krystallen von Union Springs zeigen die oberen und unteren Pyramidenflächen die Tendenz, durch Rundung in einander überzugehen, in Folge ihrer vicinalen Ausbildung; deshalb waren auch genaue Messungen zwischen den unteren und oberen γ-Flächen nicht möglich.

Bei der Mehrzahl der Handstücke sind die Krystalle nicht so flächenreich; aber wie schon gesagt, die von der Zwillingsbildung herrührende Mannigfaltigkeit im Habitus und die ungleiche Ausbildung bestimmter Flächen giebt den Krystallen ein besonderes Interesse. Alle zu beschreibenden Typen kommen an einem einzigen Stücke von halber Faustgrösse vor, das auf einer Seite mit Krystallen bedeckt ist. Dieselben sind für die Messung ungeeignet. Daher sind auch keine Winkel aufgeführt, aber die Formen waren offenbar dieselben, die an dem eben beschriebenen Stücke identificirt wurden.



Skalenoëdrischer Typus. — Das Skalenoëder $v_1 = \{7.4.\bar{1}\bar{1}.3\}$, Fig. 6, ist für dieses Vorkommen offenbar gewöhnlich. Es möge erwähnt sein, dass diese Form dieselben Mittelkanten hat wie das Rhomboëder $r = \{10\bar{1}1\}$ und das gewöhnliche Skalenoëder $v = \{21\bar{3}1\}$, aber etwas steiler als letzteres ist. Zwillingsbildung nach der Basis, Fig. 7, ist ganz gewöhnlich.

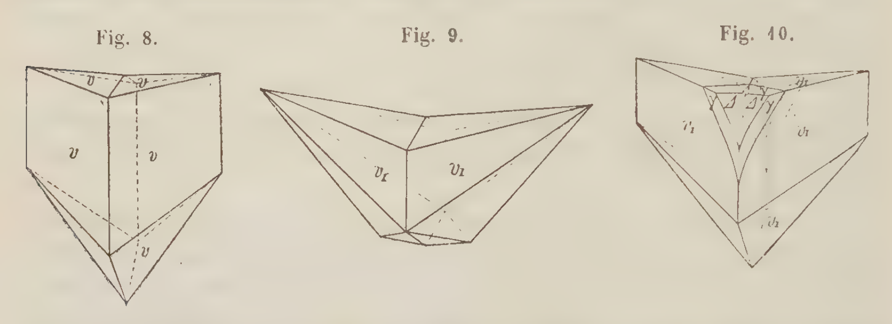
Zwillinge, mit dem Rhomboëder $e = \{01\bar{1}2\}$ als Zwillingsebene. — Der Habitus dieser Zwillinge ist gleich dem der wohl bekannten Calcite von Guanajuato, Fig. 8 (s. folg. S.), die Pirsson[2]) beschrieben hat. Auch Lévy[3]) hat schon im Jahre 1837 Calcitzwillinge von demselben Typus von Streifenberg, Nertschinsk, Sibirien, beschrieben und davon eine Abbildung gegeben. Fig. 8 ist analog den Figuren von Pirsson und Lévy, nur in verschiedener Stellung gezeichnet und zeigt das gewöhnliche Skalenoëder $v\{21\bar{3}1\}$. Die Zwillingsebene ist in der Zeichnung vertical und hat eine ähnliche Lage wie die Seite eines Würfels oder das Pinakoid $\{010\}$ in einem der

1) Pogg. Ann. 1867, **132**, 521.

2) Amer. Journ. 1891, **41**, 61. Ref. diese Zeitschr. **22**, 311.

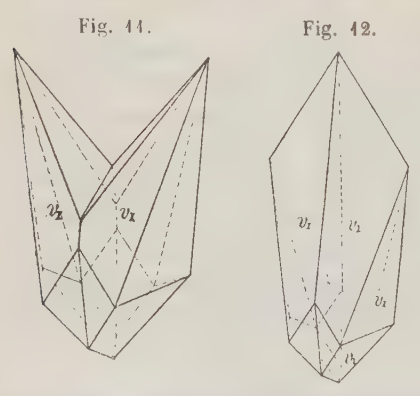
3) Description d'une Collection de Minéraux formée par H. Heuland, Tome I. S. 10, Fig. 5, planche I.

dreiaxigen Systeme. Diese Stellung wurde deswegen gewählt, weil man so die beste Vorstellung von der eigenthümlichen Ausbildung der Zwillinge erhält. Fig. 9 stellt einen Zwilling des Skalenoëders $v_1 = \{7.4.\overline{11}.3\}$ ohne



Verzerrung dar; obgleich dieser Typus an keinem Stücke bemerkt wurde, so wurde diese Figur doch aufgenommen, um zu zeigen, wie durch grössere Ausbildung der beiden vorderen, mit Buchstaben bezeichneten Flächen und ihrer parallelen Gegenflächen, in Verbindung mit dem Zurücktreten der vier unteren Flächen, der Guanajuato-Typus, Fig. 8, entsteht. Die meisten Krystalle von Union Springs, die diesen Typus zeigen, haben mit dem Skalenoëder, am einspringenden Winkel, noch gewisse Formen combinirt, s. Fig. 10. Die den einspringenden Winkel bildenden Flächen gehören der Pyramide zweiter Stellung $\gamma = \{8.8.\overline{16}.3\}$ und einem mit Δ bezeichneten Rhomboëder an, dem man nach seiner Lage in der Zone $v_1\gamma$ das Symbol $[80\overline{8}3]$ geben möchte. Aber die Flächen, die den einspringenden Winkel bilden, sind so stark gekrümmt, dass man genaue Symbole für sie nicht angeben kann.

Zwillinge mit dem Rhomboëder $f = \{02\overline{2}1\}$ als Zwillingsebene. — Das Rhomboëder f ist am Calcit sehr selten Zwillingsebene, und es zeigen die Krystalle von Union Springs einen sehr auffallenden Habitus. Das Skalenoëder $v_1 = \{7.4.\overline{11}.3\}$, als Zwilling nach f ausgebildet, ist so gezeichnet, dass die Zwillingsebene, wie oben beschrieben, vertical steht, s. Fig. 11. Bei den Krystallen von Union Springs, die dieses Zwillingsgesetz aufweisen, fehlt oben der einspringende Winkel ganz, und es entsteht durch die vorherrschende Entwickelung der beiden vorderen, mit Buchstaben



bezeichneten Flächen und der entsprechenden hinteren Flächen eine eigenthümliche, zugespitzte, speerförmige Ausbildungsweise, Fig. 12. Die beobach-

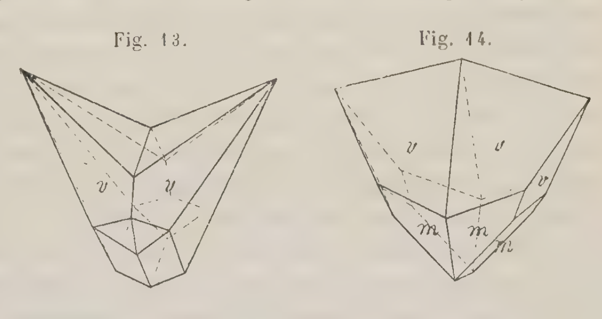
teten Krystalle sind am unteren Ende immer aufgewachsen. Es waren an den von Herrn Clarke gesandten Stücken mehrere Krystalle von diesem eigenthümlichen Typus zu sehen, und sie sollen für dieses Vorkommen ganz gewöhnlich sein. Bei einem Krystalle mit abgebrochenem Ende ergab die Messung des einspringenden Winkels für die rhomboëdrischen Spaltungsflächen 35° 38′, während sich 35° 27′ dafür berechnet.

Lévy giebt in Fig. 6 des Atlas zu seinem schon erwähnten Werke einen Krystall von Kongsberg wieder, der genau denselben Habitus wie die vorliegende Fig. 12 besitzt; doch ist derselbe immerhin sehr ungewöhnlich, und es ist nicht uninteressant, auch dessen neues Vorkommen zu erwähnen.

An einem einzelnen Handstücke oder selbst an einer Localität zeigen gewöhnlich alle Krystalle eines Minerals den gleichen oder fast den gleichen Habitus. Die Ursache ist zweifelsohne die, dass die Krystallisation unter gleichbleibenden Bedingungen vor sich ging, und deshalb ist es ungewöhnlich interessant, wenn man an einem einzelnen Handstücke von Union Springs neben dem einfachen Skalenoëder (Fig. 6) drei verschiedene Zwillingsgesetze (Figg. 7, 10 und 12) findet. Die Krystalle scheinen alle ein und derselben Entstehung zu sein. Neben ihnen kommen einige Dolomitkrystalle vor, die aber offenbar später sich gebildet haben.

3. „Butterfly"-Twins von Egremont, Cumberland.

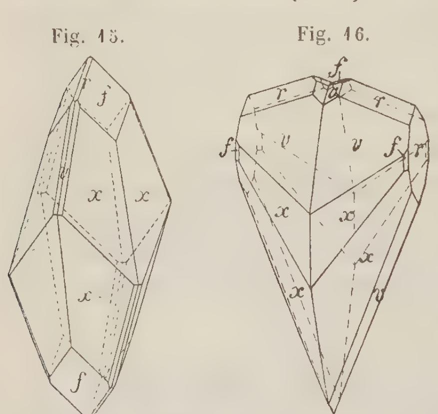
Die so genannten Zwillinge von Egremont sind wohl bekannt und in vielen Lehrbüchern der Mineralogie abgebildet. Lévy giebt in seinem erwähnten Atlas davon drei Abbildungen Nr. 17, 68 und 69. Zum Vergleiche mit den eben beschriebenen beiden Typen von Zwillingen nach Rhomboëderflächen seien einige Bemerkungen über diese Zwillinge nebst Abbildungen angeführt. Zwillingsebene ist eine Fläche des Rhomboëders $r = \{10\bar{1}1\}$. Fig. 13 stellt das gewöhnliche Skalenoëder $v = \{21\bar{3}1\}$ als Zwilling nach dieser Fläche dar, und zwar ist die Zwillingsebene wie in Fig. 8—12 vertical gestellt. In Fig. 14 ist ein «Butterfly»-Zwilling aus der Brush-Collection dargestellt. Ein Vergleich mit Fig. 13 zeigt, dass die oberen Krystallflächen entstehen, wenn die beiden vorderen, mit Buchstaben bezeichneten Flächen von Fig. 13 nebst ihren entsprechenden Gegenflächen bis zum vollständigen Verschwinden des einspringenden Winkels sich ausbilden. Am unteren Ende sind in Fig. 14 die Flächen des Prismas $\{10\bar{1}0\}$ entwickelt.



Es ist eine interessante Erscheinung, dass das Skalenoëder, wenn es nach einem der drei rhomboëdrischen Gesetze verzwillingt ist, durch Verzerrung oder ungleichmässige Ausdehnung seiner Flächen eine einfachere Gestalt annimmt, als wenn diese Verzerrung nicht stattfindet.

4. Krystalle von Pallaflat, Cumberland.

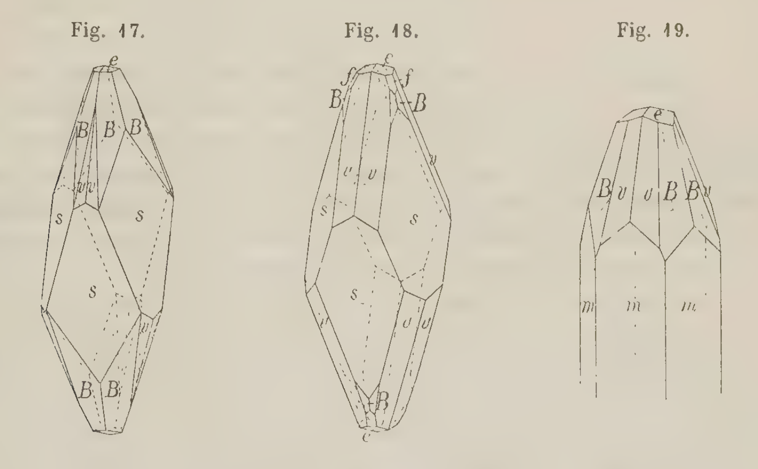
Ein Hauptmerkmal der Krystalle dieses Vorkommens ist, wie die Stücke in der Brush-Collection zeigen, die vorherrschende Ausbildung des negativen Skalenoëders $x = \{13\bar{4}1\}$. Die kürzeren Polkanten dieser Form, Fig. 15, werden durch das gewöhnliche Skalenoëder v zugeschärft, während die Mittelkanten dieselben sind wie die des negativen Rhomboëders $f = \{02\bar{2}1\}$. Fig. 15 ist von Hrn. W. Valentine im Sheffield-Laboratorium gezeichnet. Sie bietet nichts Neues und ist in Wirklichkeit identisch mit Fig. 674 in Bournon's Traité de Minéralogie 1808. Sie ist deswegen in die vorliegende Abhandlung aufgenommen, weil man, wenn man ihre einfachen Zonenverhältnisse überblickt, leicht dieselben Formen, die an den nun zu beschreibenden Zwillingen auftreten, identificiren kann.



In Fig. 16 sind zwei schöne Zwillingskrystalle aus der Brush-Collection abgebildet, die beide von demselben Stücke stammen. Zwillingsebene ist eine Fläche des Spaltungrhomboëders; die Ausbildung ist analog der der »Butterfly-twins« von Egremont, Fig. 14. Besonders bemerkbar ist an ihnen die Verticalzone r, f und x des rechten Individuums, die über die Zwillingsebene hinauf bis zu den Flächen x, f und r des linken Individuums und noch weiter um den Krystall herumreicht. Auf diese Weise bilden vier x-Flächen, zwei vorn und zwei hinten, gleichsam ein verticales Prisma, analog dem Prisma, das von vier Flächen des Skalenoëders v, Fig. 8, gebildet wird, wenn Zwillingsbildung nach einer Fläche des flachen Rhomboëders $e = \{01\bar{1}2\}$ eintritt. In Fig. 8 und 16 tritt die rhomboëdrische Symmetrie nicht hervor. Der Habitus ist ähnlich demjenigen monokliner Zwillinge, die als Prisma die Verticalflächen v und x und als Zwillingsebene ein Pinakoid haben. Die in Fig. 16 dargestellten Krystalle sind so aufgewachsen, dass nur ein Theil der unteren Flächen x und v sichtbar ist.

5. Krystalle von der Stank Mine, Lancashire, England.

Diese Localität ist in der Brush-Collection durch elf verschiedene Gruppen von Krystallen vertreten. Eine Form, die an allen Krystallen auftritt und für dieses Vorkommen besonders charakteristisch zu sein scheint, ist das negative Skalenoëder $B = \{2.8.\bar{10}.3\}$, das dieselben Mittelkanten wie das Rhomboëder $f = \{02\bar{2}1\}$ besitzt. An allen Stücken sind die Skalenoëderflächen deutlich vicinal ausgebildet. Einige sind nur aus einfachen spiessigen Skalenoëdern ohne weitere Combinationen zusammengesetzt. Gewöhnlich jedoch ist, wie Fig. 17 zeigt, das flache Rhomboëder $e = \{01\bar{1}2\}$ schwach entwickelt, und an den Polkanten treten lange schmale Flächen des positiven Skalenoëders $v = \{21\bar{3}1\}$ auf, während zum Theil auch das negative Rhomboëder $s = \{05\bar{5}1\}$ nahe an der Anwachsungsstelle der Krystalle zu sehen ist. Ein anderer vorherrschender Typus, der gewöhnlich zu sein scheint, ist in Fig. 18 abgebildet. Es ist hier das Rhomboëder s vorherrschend,



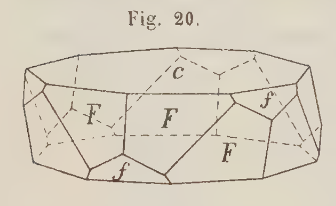
dessen Kanten durch das Skalenoëder v zugeschärft werden. Die Polkanten von v werden von dem Rhomboëder f abgestumpft, und B und e treten in Combination damit nur untergeordnet auf. Der Krystalltypus jedoch, der besondere Aufmerksamkeit verdient, ist in Fig. 19 dargestellt; es sind davon mehrere fast ideal ausgebildete Krystalle in der Sammlung vorhanden. Ihre Eigenthümlichkeit besteht darin, dass an den Enden des Prismas $m = \{10\bar{1}0\}$ zwölf nahezu gleichgestaltete und gleichgrosse Flächen auftreten, was den Anschein erweckt, als wäre das Prisma mit einer dihexagonalen Pyramide combinirt. Sechs dieser Flächen gehören dem positiven Skalenoëder v an, die übrigen sechs dem negativen Skalenoëder B, während das negative Rhomboëder e ganz am Ende des Krystalles erscheint. Der Unterschied zwischen den v- und B-Flächen

ist auf den ersten Blick nicht sehr gut erkennbar; aber man kann sie unterscheiden an ihrer Lage gegen das Rhomboëder *e* und an kleinen Verschiedenheiten in ihrer Oberflächenbeschaffenheit, da die *v*-Flächen parallel den Kanten mit dem Spaltungsrhomboëder fein gestreift sind, während die Form *B* durch eine etwas wellige, glänzende Vicinalfläche charakterisirt ist.

6. Krystalle aus dem Eläolithsyenit bei Montreal, Canada.

Die zu beschreibenden Krystalle sind kleine Tafeln, Fig. 20, und haben im Durchmesser ungefähr 8 mm. Sie wurden von Herrn W. F. Ferrier aus Rossland nahe bei Montreal in dem Steinbruche Ountrement gefunden. Es waren nur wenige solche Krystalle zu erhalten; einen davon bekam die Brush-Collection von Herrn Ferrier. Die tafelige Form ist für den Calcit nicht ganz ungewöhnlich, aber die Krystalle verdienen kurze Erwähnung wegen ihrer eigenthümlichen Combination. Ausser der Basis sind nur zwei Formen vorhanden, das negative Rhomboëder $f = \{02\bar{2}1\}$, eine sehr gewöhnliche Form, und das positive Skalenoëder $F = \{42\bar{6}1\}$, eine für den Calcit seltene Form. Das Skalenoëder F hat für die horizontalen Axen dasselbe Parameterverhältniss wie das gewöhnliche Skalenoëder $v = \{21\bar{3}1\}$, ist aber doppelt so steil, da F die Verticalaxe im sechsfachen, v im dreifachen Abstande schneidet. Fig. 20 wurde von Herrn Dr. H. E. Gregory gezeichnet.

Fig. 20.



XXI. Ueber die chemische Zusammensetzung des Sulfohalit.

Von

S. L. Penfield in New Haven, Conn.

(Mit 2 Textfiguren.)

Der seltene Sulfohalit wurde zum ersten Male im Jahre 1888 von W. E. Hidden und J. B. Mackintosh[1]) beschrieben als ein Mineral von ungewöhnlicher Zusammensetzung, indem er ein Doppelsalz von Natriumsulfat und Natriumchlorid darstellen sollte von der Formel $3Na_2SO_4 . 2NaCl$. Er kam zusammen mit dem damals neu entdeckten Hanksit vor bei dem berühmten Boraxsee in dem San Bernardino-Gebiete in Californien. Er krystallisirt in Rhombendodekaëdern, bisweilen in einer Grösse von über 30 mm im Durchmesser. Nach den Mittheilungen von Hidden wurden nur einige wenige Stücke gefunden. Zwei davon sind in der Sammlung des Herrn C. S. Bement in Philadelphia und eins in dem britischen Museum, während das Stück, von dem Mackintosh das Material für die Originalanalyse nahm, von Herrn Hidden behalten wurde. Dieses letztere Stück wurde nun dem Autor gegeben mit der Bedingung, einen Theil für eine neue Analyse zu verwenden und den Rest der Brush-Collection der Sheffield Scientific School einzuverleiben.

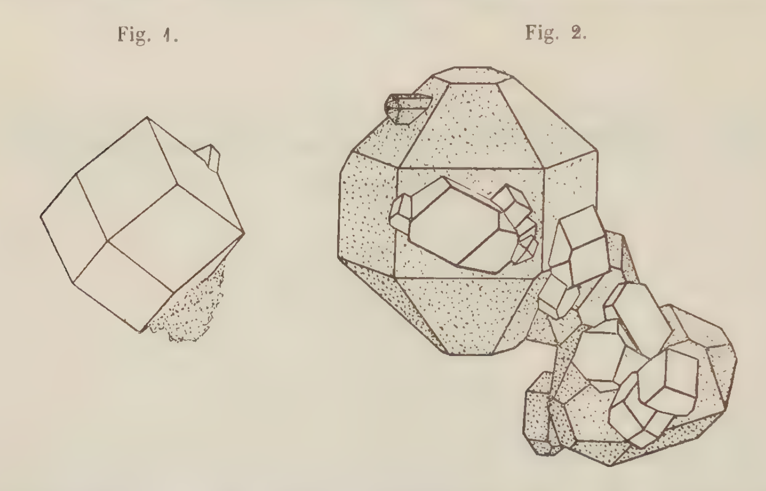
Die auf folg. S. gegebenen Figuren stellen die beiden Handstücke der Bement-Sammlung in ihrer wirklichen Grösse dar. Das eine, Fig. 1, ist ein Rhombendodekaëder von fast idealer Ausbildung; es besitzt eine gelbliche Farbe und ist nahezu durchsichtig. Nur etwas Gangmaterial, hauptsächlich aus Hanksit bestehend, und einige Kryställchen von Sulfohalit sitzen auf diesem prächtig ausgebildeten Krystalle, und man kann ihn so halten, dass von den anhaftenden Teilchen nur ganz wenig zu sehen ist. Das zweite Handstück, Fig. 2, besteht aus einer Gruppe von drei grossen und einigen kleineren

---

1) S. diese Zeitschr. 1894, **22**, 419.

Hanksitkrystallen, auf die eine grosse Anzahl von Rhombendodekaëdern des Sulfohalit aufgewachsen ist. Die Figur soll nur eine Skizze und keine genaue Zeichnung der Krystalle sein; immerhin wurde einige Mühe darauf verwandt, dieselben nach ihrer wirklichen Lage und ihrem Grössenverhältnisse

Fig. 1. Fig. 2.



wiederzugeben; zur leichteren Unterscheidung sind die Hanksitkrystalle durch die punktirten Partien wiedergegeben.

Der Autor hielt eine neue Untersuchung dieses Minerals für wünschenswerth, angeregt durch folgende Umstände: Im Januar vorigen Jahres machte Prof. A. de Schulten in Helsingfors in einem Briefe Mittheilung davon, dass er wiederholt Sulfohalit künstlich darzustellen versucht habe, dabei aber immer nur Natriumchlorid und Natriumsulfat, wie sie als Halit und Thenardit krystallisiren, erhalten habe. Es war ihm nicht möglich, Sulfohalit von Händlern zu erhalten, und er wandte sich daher an den Autor mit der Bitte, das Mineral aufs Neue zu analysiren, in der Absicht, für den Fall, dass die gefundene Zusammensetzung mit der von Mackintosh angegebenen übereinstimmt, seine Bemühungen, das Mineral darzustellen, fortzusetzen. Kurz vorher war in einer Abhandlung von van't Hoff und Saunders, »die Bildungsverhältnisse der oceanischen Salzablagerungen«[1]), die wahrscheinliche Nichtexistenz des Sulfohalit ausgesprochen worden. Diese Ansicht stützte sich hauptsächlich darauf, dass es den beiden Forschern nicht gelang, auf künstlichem Wege ein Doppelsalz von Natriumsulfat und Natriumchlorid, entsprechend der von Mackintosh angegebenen Zusammensetzung, zu erhalten, da ihre Versuche, wie die von de Schulten, nur Krystalle von Halit und Thenardit ergaben. Sie versuchten ferner, Sulfohalit von Mineralhändlern zu bekommen; zwei Stücke, die sie zugesandt

1) Sitzungsber. d. k. Akad. zu Berlin 1898, **1**, 387. Ref. diese Zeitschr. **33**, 483—484.

erhielten, erwiesen sich als einfacher Halit. Schliesslich bat Herr Hidden den Autor, eine neue Analyse zu machen, um endgiltig das Mineral zu identificiren und seine Zusammensetzung festzustellen, und übersandte zu diesem Zweck das kostbare Material.

Das zu untersuchende Material war ein Theil einer Rhombendodekaëders, des ursprünglich wohl 30 mm im Durchmesser gehabt hatte. Auf ihm sassen einige kleine Prismen von Hanksit. Das Sulfohalitmaterial war klar, durchsichtig und homogen und erwies sich im Polarisationsapparate als isotrop. Der Bruch ist muschelig; es fehlt zum Unterschiede von Halit jede Spur einer Spaltbarkeit. Das für die Analyse bestimmte Material wurde sorgfältig ausgewählt, zerkleinert, dann durch ein Sieb gelassen, um ein gleichmässiges Korn zu erhalten, und mit Methylenjodid durch Verdünnen mit Benzol getrennt. Das specifische Gewicht fast des gesammten Materials schwankte innerhalb der engen Grenzen 2,493 und 2,506. Das Mittel dieser Werthe 2,500 kann man als das richtige specifische Gewicht annehmen; es stimmte nahe mit dem von Hidden und Mackintosh gefundenen Werte 2,489 überein. Das so gewonnene Material brauste mit Säuren nicht auf, war also vollständig frei von Hanksit. Einige Bruchstücke, meist Hanksit, welche schwerer als das für die Analyse bestimmte Material waren, brausten mit Säuren auf, weswegen der geringe Procentgehalt an Na_2CO_3, den Mackintosh fand, dem Mangel einer vollständigen Trennung von dem Hanksit zuzuschreiben ist.

Nach der vollständigen quantitativen Bestimmung von Cl, SO_3 und Na_2O, der von der Mackintosh'schen Formel verlangten Bestandtheile, ergab sich in der Analyse ein Deficit, was den Autor einige Zeit lang in Verlegenheit brachte, aber schliesslich zur Entdeckung eines anderen, ganz unerwarteten Elementes, nämlich auf Fluor führte. In der Analyse ist von dem Natrium so viel als, vereinigt mit der gefundenen Menge Chlor und Fluor, zur Bildung der Moleküle $NaCl$ und NaF hinreicht, als metallisches Natrium, der Rest als Natriumoxyd aufgeführt.

Das Analysenresultat ist folgendes:

		Verhältniss:		Berechnet für $2Na_2SO_4 . NaCl . NaF$		Resultate von Mackintosh:
SO_3	41,79	0,522	2,00	41,61		42,48
Na_2O	32,37	0,522	2,00	32,25		
K_2O	0,10					
Na	11,60			11,97		
Cl	9,10	0,256	0,98	9,23		13,12
F	4,71	0,248	0,95	4,94	Na_2CO_3	1,77
Glühverlust	0,15					
	99,82			100,00		

Das Verhältniss $SO_3 : Na_2O : Cl : F$ ist annähernd $2 : 2 : 1 : 1$, und da das

aufgeführte metallische Natrium eben hinreicht, die Mengen Chlor und Fluor zu binden, so ergiebt sich für den Sulfohalit die Formel $2Na_2SO_4 . NaCl . NaF$. Fluor wurde als Fluorcalcium bestimmt, und dessen Reinheit durch Verwandlung in Calciumsulfat festgestellt. Von Interesse ist das Zusammenvorkommen dieses Minerals, das drei Säuren enthält, mit Hanksit, der ebenfalls drei Säuren enthält und dessen Formel nach den Untersuchungen von Pratt[1]) $9Na_2SO_4 . 2Na_2CO_3 . KCl$ ist. Obgleich die Anwesenheit von Fluor in dem Sulfohalit für den ersten Blick etwas sehr überraschendes bietet, so kann man sich doch über das Vorkommen dieses Bestandtheiles in einigen Mineralien von dem Boraxsee nicht wundern. Diese bedeutende Boraxablagerung ist ohne Zweifel durch die Thätigkeit von Fumarolen oder Solfataren entstanden, und es ist eine erwiesene Thatsache, dass vulkanische Gase häufig ebenso wie Bor-, Chlor- und Schwefligsäuredämpfe auch Fluordampf mit sich führen.

Wahrscheinlich hätte dieses Mineral den Namen Sulfohalit nicht erhalten, wenn seine Zusammensetzung von Mackintosh richtig festgestellt worden wäre; es wäre jedoch kaum gerechtfertigt, jetzt dem Mineral einem neuen Namen zu geben. Van't Hoff und Saunders hatten bis zu einen gewissem Grade recht, wenn sie darauf aufmerksam machten, das Mineral Sulfohalit existire wahrscheinlich gar nicht; denn obgleich es dem Namen und der Substanz nach existirt, so ist doch ein Doppelsalz von der Formel $3Na_2SO_4 . 2NaCl$, wie es der Sulfohalit sein soll, nicht bekannt und kann augenscheinlich auch auf künstlichem Wege nicht erhalten werden.

Es hätte keinen Sinn nachzuforschen, wie Mackintosh, der doch erfahren und sorgfältig im Arbeiten war, zu einer falschen Analyse kam. Seine SO_3-Bestimmung ist nahezu richtig, während seine Chlorbestimmung 4 Procent zuviel ergab. In einer Hinsicht machte er sicher einen Fehler, nämlich darin, dass er seine Analyse nicht durch die Bestimmung des Natriumgehaltes vervollständigte, sonst hätte er wahrscheinlich ein Deficit gefunden, und dies hätte dann zur Auffindung des noch fehlenden Bestandtheiles geführt.

Die Mineralogen schulden dem Herrn Hidden für die Auffindung dieses ausserordentlich schönen und interessanten Minerals grossen Dank, während sein Wunsch, dasselbe möge richtig untersucht sein, und seine Bereitwilligkeit, dazu das nothwendige Material zu beschaffen, dem Autor die Untersuchung des Minerals ermöglichten. Dank gebührt auch Herrn Bement für die Überlassung des werthvollen Stückes.

1) Diese Zeitschr. 1897, **27**, 426.

XXII. Ueber die Interpretation von Mineralanalysen; eine Kritik neuer Publicationen über die Constitution des Turmalin.

Von

S. L. Penfield in New Haven, Conn.

Ueber achtzehn Monate sind verstrichen, seit H. W. Foote und ich[1]) eine zusammenhängende Arbeit über die Constitution des Turmalin veröffentlicht haben; inzwischen sind zwei neue Arbeiten erschienen, verschieden nach den darin enthaltenen Ansichten sowohl unter sich als auch von der unserigen, die eine »über die Constitution des Turmalin« von Prof. F. W. Clarke[2]) in Washington, die andere »Ueber das Mischungsgesetz der Turmaline« von Prof. G. Tschermak[3]) in Wien.

Um die in diesen Abhandlungen ausgesprochenen Ansichten zu erörtern, ist es wünschenswerth, einige Thatsachen, die chemische Analyse betreffend, sorgfältig zu besprechen. Fürs erste kann eine vollkommene chemische Analyse nicht gemacht werden. Es giebt sicherlich nur sehr wenig analytische Verfahren zur Bestimmung einzelner Bestandtheile, welche bei sorgfältigem Arbeiten Resultate geben, die weniger als 0,01 % von der Theorie abweichen; aber bei Mineralanalysen, bei denen ein complicirter Körper zu spalten und eine grosse Anzahl von Bestandtheilen zu bestimmen ist, kann man eine solche Genauigkeit nicht erreichen. Bei einer Mineralanalyse fühlt man sich selten sicher, dass alle Bestimmungen richtig sind, selbst nicht innerhalb eines Fehlers von 0,25 %, obgleich man bei einer doppelten Analyse, für die Mehrzahl der Bestandtheile wenigstens, erwarten darf, dass die Resultate unter einander auf 0,10 % bis 0,20 % übereinstimmen. Bei schwierigen Analysen und bei spärlichem brauchbaren Material darf man

---

1) S. diese Zeitschr. 1899, **31**, 321.

2) Journ. of Sc. 1899 (4), **8**, 111.

3) Min. u. petrogr. Mitth. 1899, **19**, 155.

sich natürlich nicht wundern, wenn die doppelten Bestimmungen Schwankungen von 0,50 % oder mehr aufweisen.

Zweitens kann eine Analyse sehr gut ausgeführt, ihre Resultate sehr genau sein, dennoch kann sie nicht zur Aufstellung einer Formel dienen, weil das verwendete Material mehr oder weniger unrein war. Der Chemiker von heutzutage hat entschieden vor denen früherer Zeiten einen Vortheil voraus; denn das Mikroskop setzt ihn in Stand, das beste Material auszuwählen und zu prüfen, um im Falle, dass sich Verunreinigungen nicht vermeiden lassen, ihren Einfluss bei der Erörterung der Resultate in Betracht zu ziehen. Dann sind ferner Lösungen von hohem specifischen Gewichte für die Trennung des Analysenmaterials von Nutzen und bieten, was von besonderer Bedeutung ist, für die Reinheit desselben Garantie. Denn wenn man feststellen kann, dass ein Mineral vollständig schwimmt in einer Lösung von bestimmten specifischen Gewichte, und zu Boden sinkt, wenn man deren specifisches Gewicht nur ganz wenig niedriger macht, so erhält man dadurch nicht bloss grosses Vertrauen in die Reinheit des Materials, sondern man kann auch Angaben machen, nach denen ein Anderer die Güte der Arbeit beurtheilen kann.

Ich hatte während der letzten fünfundzwanzig Jahre Gelegenheit, viele Mineralanalysen selbst auszuführen und von noch viel mehr die Ausführung im Sheffield-Laboratorium zu überwachen; ebenso war ich oft in der Lage, die Analysenresultate discutiren und Formeln daraus ableiten zu müssen, und es soll bei dieser Gelegenheit auf gewisse Hauptpunkte, die bei mineralogischen Untersuchungen besonders wichtig sind, aufmerksam gemacht werden. Fürs erste ist die grösste Mühe darauf zu verwenden, reines Material zu erhalten, und es sollte, wenn die Arbeit publicirt werden soll, das Material so beschrieben sein, dass Jedermann den Grad seiner Reinheit beurtheilen kann. Dann sollte zweitens bei besonderen Schwierigkeiten in der Analyse die angewandte Methode ausführlich beschrieben sein, und es ist für alle Fälle gut, wenigstens eine kurze Skizze des angewandten Verfahrens anzugeben. Dann ist es bei hinreichendem Material rathsam, zwei Analysen zu machen und alle Bestimmungen, zusammen mit dem Mittelwerthe, anzugeben. So hat man von Anfang bis zu Ende eine Controle über seine Bestimmungen, und es können Andere bei genauer Uebereinstimmung sich einigermassen ein Urtheil über die Sorgfalt beim Arbeiten bilden. Manche glauben immer noch, eine genaue Uebereinstimmung zweier Bestimmungen spreche für grosse Genauigkeit beim Arbeiten; aber es ist dies nicht nothwendig der Fall, denn manche Methoden geben gern zu hohe Resultate, andere zu niedrige, und so können zwei Bestimmungen, unter gleichen Bedingungen ausgeführt, entweder infolge fehlerhafter Methoden oder infolge schlechten Arbeitens bei guten Methoden gleichviel zu hoch oder gleichviel zu niedrig sein trotz der Uebereinstimmung, und so trotzdem beträchtlich

von der Wirklichkeit abweichen. Aber immerhin haben zwei nahe übereinstimmende Bestimmungen ein bestimmtes Gewicht, das man nicht ignoriren kann. Drittens sollten bei jeder Analyse die Quotienten, die sich bei der Division der einzelnen Bestandtheile durch das Molekular- oder Atomgewicht, je nach den Umständen, ergeben, angeführt sein, und es sollte das Verhältniss, das sich aus diesen Quotienten für die einzelnen Bestandtheile ergiebt, bestimmt werden. Das Verhältniss sollte man nicht abgerundet, sondern auf zwei Decimalen genau angeben, indem man hierbei den am meisten charakteristischen oder den am besten bestimmten Bestandtheil als Einheit annimmt. Man kann mit Sicherheit annehmen, dass es die grösste Garantie für die Güte einer Analyse oder für die Richtigkeit der abgeleiteten Formel ist, wenn die Verhältnisse nahe mit ganzen Zahlen übereinstimmen. Selten wird ein Verhältniss nur zufällig nahe mit ganzen Zahlen übereinstimmen. Vorausgesetzt dass die Verbindung einfach ist, ist es gut, anstatt des Verhältnisses die berechnete Zusammensetzung anzugeben, mit der man dann direct die Analysenresultate vergleichen kann. Schliesslich haben für die Aufstellung einer Formel eine oder zwei gute Analysen mehr Werth, als viele von geringer Bedeutung, weshalb es oft das beste ist, neue Analysen mit bestimmt reinem Material auszuführen. Dies muss nicht gerade in der Meinung geschehen, die neuen Analysen wären besser als die anderen, sondern man ist in den Stand gesetzt, da man alles über die Beschaffenheit des Materials und über den Gang der Analyse weiss, bei der Zusammenfassung der Resultate eine bessere Entscheidung zu treffen und den Gründen, die zur Aufstellung einer Formel veranlassen, grössere Kraft zu verleihen.

Um nun zur Betrachtung der Turmaline zu kommen, so wurden von Foote und mir zwei neue Analysen an Material von idealer Reinheit und unter Anwendung sehr sorgfältig studirter Methoden ausgeführt. Die Resultate brauchen hier nicht nochmals aufgeführt zu werden, und es möge nur erwähnt sein, dass, abgesehen von nur einer Bestimmung des Wassergehaltes, alle Bestandtheile zwei Mal bestimmt wurden; dass ferner bei zwanzig von im Ganzen dreiundzwanzig Fällen die Differenz beider Bestimmmungen nicht mehr als 0,10 % betrug und dass bei den drei übrigen Bestandtheilen diese Differenz im Maximum 0,18 % betrug. Die einzige Bestimmung des Wassergehaltes wurde durch eine nahe damit übereinstimmende Wägung des Glühverlustes controlirt. Bei der Berechnung der Verhältnisse wurde so verfahren, dass man für die Metalle ihr Aequivalent für Wasserstoff, einschliesslich des Fluors, da der Turmalin Hydroxyl, mit dem Fluor isomorph, enthält, berechnete. So wurde das Verhältniss gefunden zwischen SiO_2, B_2O_3 und dem gesammten Wasserstoff, worauf die empirische Formel für die Säure des Turmalin abgeleitet wurde. Für die vorliegende Erörterung seien die Verhältnisse in zwei Formen wiederholt

und zwar mit einem Viertel des SiO_2 und dann mit einem Zwanzigstel des gesammten Wasserstoffs als Einheit. Die Verhältnisse sind für die beiden Analysen folgende:

	$SiO_2 : B_2O_3 : H$	$SiO_2 : B_2O_3 : H$
De Kalb	4,00 : 1,01 : 19,90	4,02 : 1,01 : 20,00
Haddam Neck	4,00 : 1,02 : 19,98	4,00 : 1,02 : 20,00.

Diese Verhältnisse stimmen sehr nahe mit den ganzen Zahlen 4 : 1 : 20. Solch grosse Annäherung wird in der That selten erreicht und kann bei diesen beiden Beispielen kaum als Zufall betrachtet werden; sie ist vielmehr die Folge davon, dass die Analyse sorgfältig an unbestreitbar reinem Materiale ausgeführt wurde. Nach der Berechnung der Verhältnisse war zugleich zu sehen, dass endlich wenigstens ein wichtiger Schlüssel zur Lösung des Turmalinproblems gefunden war: Die empirische Formel der Säure des Turmalin ist $H_{20}B_2Si_4O_{21}$.

Jetzt seien zur Erläuterung kurz die Verhältnisse, die sich aus den Analysen von Riggs und von Jannasch und Kalb ergeben, aufgeführt. Dieselben wurden von Foote und mir[1]) schon angegeben mit $\frac{1}{4}SiO_2$ als Einheit und werden jetzt wiederholt zusammen mit den Verhältnissen, die sich für $\frac{1}{20}$ des Wasserstoffs als Einheit ergeben. Sie wurden ausserdem in Reihen zusammengestellt, ausgehend von der besten Uebereinstimmung mit 4 : 20 zwischen SiO_2 und Wasserstoff bis zur grössten Abweichung von diesem Verhältnisse.

Verhältnisse nach den Analysen von Riggs.

Nr.	Nr. Dana:	$SiO_2 : B_2O_3$: Ges.-H.	$SiO_2 : B_2O_3$: Ges.-H.
1	43	4,00 : 0,94 : 20,03	3,99 : 0,94 : 20,00
2	45	4,00 : 0,95 : 20,03	3,99 : 0,95 : 20,00
3	48	4,00 : 1,01 : 20,06	3,99 : 1,00 : 20,00
4	47	4,00 : 0,98 : 20,08	3,98 : 0,97 : 20,00
5	52	4,00 : 0,94 : 20,11	3,98 : 0,93 : 20,00
6	49	4,00 : 1,01 : 20,12	3,97 : 1,00 : 20,00
7	36	4,00 : 0,90 : 20,2	3,96 : 0,89 : 20,00
8	44	4,00 : 0,88 : 20,2	3,96 : 0,87 : 20,00
9	46	4,00 : 0,96 : 20,2	3,96 : 0,95 : 20,00
10	42	4,00 : 0,97 : 19,8	4,04 : 0,98 : 20,00
11	54	4,00 : 0,98 : 19,8	4,04 : 0,99 : 20,00
12	39	4,00 : 0,94 : 19,7	4,06 : 0,95 : 20,00
13	41	4,00 : 0,92 : 19,7	4,06 : 0,93 : 20,00
14	51	4,00 : 0,91 : 19,6	4,08 : 0,93 : 20,00
15	37	4,00 : 0,93 : 20,5	3,90 : 0,91 : 20,00
16	38	4,00 : 0,92 : 19,5	4,10 : 0,93 : 20,00

1) Diese Zeitschr. **31**, 340 f.

Nr.	Nr. Dana:	$SiO_2 : B_2O_3$: Ges.-H.	$SiO_2 : B_2O_3$: Ges.-H.
17	55	4,00 : 1,01 : 20,6	3,88 : 0,98 : 20,00
18	40	4,00 : 0,96 : 19,3	4,14 : 1,00 : 20,00
19	50	4,00 : 0,98 : 19,2	4,16 : 1,02 : 20,00
20	53	4,00 : 0,97 : 18,9	4,23 : 1,00 : 20,00
	Mittel	4,00 : 0,95 : 19,88	4,02 : 0,96 : 20,00

Verhältnisse nach den Analysen von Jannasch und Kalb.

Nr.	Nr. Dana:	$SiO_2 : B_2O_3$: Ges.-H.	$SiO_2 : B_2O_3$: Ges.-H.
1	62	4,00 : 0,80 : 20,00	4,00 : 0,80 : 20,00
2	64	4,00 : 0,84 : 20,01	4,00 : 0,84 : 20,00
3	61	4,00 : 0,95 : 20,2	3,96 : 0,94 : 20,00
4	57	4,00 : 0,99 : 19,8	4,04 : 1,00 : 20,00
5	56	4,00 : 0,96 : 19,7	4,06 : 0,97 : 20,00
6	63	4,00 : 0,98 : 19,7	4,06 : 0,99 : 20,00
7	58	4,00 : 0,95 : 20,4	3,92 : 0,93 : 20,00
8	60	4,00 : 0,88 : 20,4	3,92 : 0,86 : 20,00
9	59	4,00 : 0,92 : 18,8	4,25 : 0,98 : 20,00
	Mittel	4,00 : 0,92 : 19,9	4,02 : 0,93 : 20,00

Vor der Discussion dieser Verhältnisse sei darauf hingewiesen, dass eine Turmalinanalyse eine der schwierigsten Aufgaben der analytischen Chemie ist und dass Riggs fast alle Bestimmungen von B_2O_3 und H_2O zweimal und oft dreimal, von den Bestimmungen von SiO_2 und F mehr als die Hälfte zweimal ausführte und nur einzelne Bestimmungen von anderen Bestandtheilen angibt, während Jannasch und Kalb nur einzelne Bestimmungen angeben. Auch muss man berücksichtigen, dass zwar sowohl Riggs wie Jannasch und Kalb ohne Zweifel bei der Analyse sorgfältig ausgewählte Turmalinstücke benutzten, dass aber nichts darauf hinweist, dass nicht geringe Mengen von fremdem Materiale in einigen der analysirten Stücke vorhanden waren. Unter besonderer Berücksichtigung dieser Thatsachen sollen die in der Tabelle angeführten Verhältnisse näher erörtert werden. Es muss zugestanden werden, dass die Verhältnisse nicht genau 4 : 1 : 20 sind, und man kann nie erwarten, bei Mineralanalysen genaue Verhältnisse zu bekommen; aber die grosse Uebereinstimmung mit 4 : 1 : 20 bei den beiden Analysen von Foote und mir, bei sechzehn Analysen aus den zwanzig von Riggs und bei acht aus den neun von Jannasch und Kalb, zeigt überzeugend, dass die empirische Formel der Säure des Turmalin $H_{20}B_2Si_4O_{21}$ ist. Man kann mit Sicherheit constatiren, dass von keinem einzigen Silicate eine Reihe von dreissig Analysen existirt, die so genau mit ganzen Zahlen übereinstimmende Werthe bieten, wie die eben erwähnten Turmalinanalysen. Dass bei einigen Analysen das Verhältniss nicht so genau wie man wünschte mit

ganzen Zahlen übereinstimmt, wirft weder auf den Analytiker noch auf den Werth seiner Arbeit ein schiefes Licht, da wahrscheinlich das Material nicht in allen Fällen rein war. Als Beispiel diene Nr. 17 aus der Analysenreihe von Riggs, bei der brauner Turmalin von Hamburg, N. J., in Kalk vorkommend, verwendet wurde; das Verhältniss von SiO_2 zum Gesammtwasserstoff ist 4 : 20,6. Der Basengehalt ist offenbar zu hoch und gerade diese Analyse ist dadurch von den anderen verschieden, dass sie 5,09 % CaO aufweist, während der nächst höchste Gehalt an CaO 3,70 % beträgt. Das Material hat wahrscheinlich etwas Calcit enthalten, entweder in eingeschlossenen Knötchen oder als Infiltration in Spalten; nimmt man den Calcitgehalt zu 1,78 % an, entsprechend 1 % CaO, so würden sich für die Analyse 100,82 % ergeben, was für eine so complicirt zusammengesetzte Substanz nicht zu hoch ist, und das Verhältniss von SiO_2 zum Gesammtwasserstoffe wäre dann 4,00 : 20,3 oder 3,94 : 20,00. Es erscheint weit richtiger anzunehmen, dass das Material von Hamburg wahrscheinlich etwas Calcit enthielt als, wie Prof. Clarke thut, nach einer complicirten Formel zu suchen, die gerade für diese Analyse passt. Ferner weisen die Analysen Nr. 18, 19, 20 von Riggs und Nr. 9 von Jannasch und Kalb entweder einen zu niedrigen Gehalt an basischen Bestandtheilen auf, wenn man SiO_2 als praktisch richtig annimmt, oder, was wahrscheinlicher ist, einen zu hohen Betrag an SiO_2, was man am besten sieht, wenn man $\frac{1}{20}$ des Gesammtwasserstoffes als Einheit annimmt. Macht nun diese hohe Verhältnisszahl der Kieselsäure für diese speciellen Fälle einen neuen Typus einer Turmalinformel nothwendig, oder ist nicht die Annahme wahrscheinlicher, dass das Analysenmaterial möglicherweise durch Quarz oder andere Silicate verunreinigt war? Es würde eine Verunreinigung von nicht mehr als 2 % Quarz genügen, um die grösste Abweichung von dem eben erwähnten Verhältnisse 4 : 20 zu bewirken.

Clarke und Tschermak scheinen allen neueren Turmalinanalysen unbedingtes Vertrauen zu schenken; sie scheinen dieselben als vollkommen und das angewandte Material als nothwendig rein zu betrachten; in Folge dessen suchen sie auch für jede der Analysen Formeln, wie complicirt dieselben auch erscheinen, aufzustellen. Clarke spricht den Satz aus, dass eine Formel, soll dieselbe befriedigend sein, »die Zusammensetzung der fraglichen Verbindung entsprechend ausdrücken und dabei alle Variationen mit einbegreifen muss«. Es ist jedoch einleuchtend, dass eine Formel keinen Schwankungen, die von einer Verunreinigung des Materials herrühren, und keinen eventuellen Ungenauigkeiten im Arbeiten Rechnung tragen kann. Clarke und Tschermak haben bekanntlich Theorien über die Zusammensetzung der Glimmer aufgestellt, und da sie im Lithion-, Magnesia- und Eisenturmalin gewisse Analogien mit Muscovit, Biotit und Phlogopit sehen, so suchen Beide für den Turmalin Formeln zu finden, die

ihren Anschauungen über die Constitution der Glimmer entsprechen. Es kommen allerdings, wie die Analysen von Riggs[1]) zeigen, bei Auburn, Rumford und Hebron Pseudomorphosen von Muscovit nach Turmalin vor. Allein diese Thatsache deutet weder nothwendigerweise auf eine nahe Verwandtschaft von Turmalin und Glimmer, noch darauf hin, dass Turmalin durch eine Art so zu sagen »molekularer Spaltung« in Glimmer umgewandelt wurde. Ich kenne das Vorkommen in Maine genau und glaube weder, dass solche Umwandlungen gewöhnlich sind, noch dass man für gewöhnlich an anderen Turmalinfundorten ähnliche Veränderungen vorfindet. Der Muscovit ist offenbar eine sehr beständige Molekularverbindung; er kommt mehr oder weniger rein in Pseudomorphosen nach vielen Mineralien vor und zwar nicht deswegen, wie es scheinen möchte, weil jedes dieser Mineralien als Kern das Muscovitmolekül enthielte, sondern weil der Muscovit eine so grosse Neigung zeigt, unter ganz verschiedenen Bedingungen zu entstehen, dass er sich bildet, wenn nur passendes Material zu seiner Bildung vorhanden ist. So kann man vermuthen, dass eine alte Thonablagerung sich in Thonschiefer oder möglicherweise in Glimmerschiefer als das Resultat eines metamorphischen Erhärtungsprocesses umwandelt; aber dennoch ist nicht anzunehmen, dass der Thon oder der Thonschiefer den chemischen Kern des Muscovits enthielten, sondern nur, dass sie die Bestandtheile führen, die zur Muscovitbildung geeignet sind.

Es ist für die Fundstellen in Maine etwas ganz Gewöhnliches, dass man Höhlungen in Quarz oder anderen Mineralien findet, die einstens von Turmalinkrystallen ausgefüllt waren; oft bleiben in diesen Höhlungen Einschlüsse von frischem unverändertem Turmalin zurück. Die Turmalinfragmente erscheinen wie geätzt, und viel Material wurde gelöst und weggeführt. Es könnten daher die Pseudomorphosen von Muscovit nach Turmalin wohl dadurch entstanden sein, dass solche Hohlräume nach und nach von Muscovit ausgefüllt wurden. Solche Verdrängungspseudomorphosen sind gut zu sehen an Handstücken von den Fundorten in Maine in der Brush-Collection. Dieselben führen Hohlräume mit Resten von noch frischem unverändertem Turmalin und als secundäre Mineralbildungen finden wir jetzt Cookeït und Quarz an den Wänden dieser Höhlungen abgesetzt, wobei absolut nichts darauf hinweist, dass das Material, aus dem sich der Quarz und Cookeït bildete, von Turmalin herrührte; es könnte ebenso gut von Lepidolith und anderen Mineralien herrühren; in der That hätte der ursprünglich in einem Hohlraume eingeschlossene Turmalin kaum soviel Lithion liefern können, als zur Bildung von Cookeït hinreicht, vorausgesetzt noch, dass nicht eine Spur von Lithion weggeführt wurde. Die Thatsache also, dass Pseudomorphosen von Muscovit noch Turmalin beschrieben wur-

1) Am. Journ. Sc. 1888 (3), **35**, 41. Ref. diese Zeitschr. **15**, 436.

den, kann nicht als Beweis dienen, dass der Turmalin mit den Glimmern nahe verwandt ist und dass die Formel des Turmalin grosse Analogie mit den Formeln der Mineralien der Glimmergruppe zeigen muss.

Clarke's Formel für die Säure des Turmalin ist $H_{29}B_3Si_6O_{31}$, was das Verhältniss $SiO_2 : B_2O_3$: Gesammtwasserstoff gleich 6 : 1,5 : 29 oder 4 : 1 : 19,33 erfordert. Drei von den Analysen von Riggs liefern allerdings dieses Verhältniss (Nr. 18, 19 S. 531 und auch Nr. 20, wenn man die Annahme macht, was allerdings durch nichts bewiesen ist, dass das Titan als Ti_2O_3 vorhanden ist). Nimmt man das Vorhandensein von Ti_2O_3 in Nr. 20 an, so ist das Verhältniss 4,00 : 0,97 : 19,2.

Diese drei Analysen sprechen dann allein aus der Gesammtzahl von zwanzig für die Formel von Clarke. Zwei dieser drei Varietäten (Nr. 19, ein schwarzer Turmalin von Pierrepont, N. Y., und Nr. 20, ein brauner Turmalin von Gouverneur, N. Y.) wurden auch von Rammelsberg analysirt, eine Thatsache, die Clarke nicht erwähnt. Man kann allerdings sagen, die Analysen von Rammelsberg kämen nicht in Betracht, da sie schon alt seien. Es muss jedoch bemerkt werden, dass Rammelsberg ohne Zweifel die Basen und den Glühverlust bei seinen Analysen mit grosser Genauigkeit bestimmte und dass seine Resultate nicht gänzlich ignorirt werden dürfen. Bei der Annahme, dass der Turmalin SiO_2 und B_2O_3 im Verhältnisse 4 : 1 enthält, ist die Möglichkeit gegeben, SiO_2 und B_2O_3 aus der Differenz zu bestimmen, und es ist von Foote und mir bereits eingehend erörtert worden, wie man auf diese Weise die Analysen von Rammelsberg zu behandeln hat. Hier braucht nur das Verhältniss von SiO_2 zum Gesammtwasserstoff wiederholt zu werden, wie es sich aus den beiden Analysen, die den Analysen Nr. 19 und 20 (S. 531) von Riggs entsprechen, ableitet.

	SiO_2 :	Ges.-wasser-stoff	SiO_2 :	Ges.-wasser-stoff
Schwarzer Turm. von Pierrepont, anal. 1889	4,00 :	20,2	3,96 :	20,00
Brauner Turm. von Gouverneur, anal. 1850	4,00 :	20,7	3,86 :	20,00.

So stimmen die Resultate von Rammelsberg für diese beiden Varietäten mit der Formel $H_{20}B_2Si_4O_{21}$ besser als mit der complicirteren, von Clarke vorgeschlagenen Formel. Die Analyse des schwarzen Turmalin von Pierrepont ist eine der letzten, die Rammelsberg ausführte, und er beansprucht für sie grosse Genauigkeit[1]). Das sich aus ihr ergebende Verhältniss ist sehr nahe 4 : 20.

Als eine Aluminium-Borokieselsäure schreibt Clarke seine Formel auf folgende Weise:

---

1) Abhandl. k. Akad. Berlin 1890.

$$Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3H_2 . H_{12} .$$

Die Zusammensetzung des schwarzen Turmalins von Pierrepont (I) und des braunen von Gouverneur (II), wie sie sich aus Rigg's Analysen ableitet, gibt er dann auf folgende Weise wieder:

$$\text{I.} \left\{ \begin{array}{l} 13 Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3Ca \quad . Mg_4H_4 \\ 7 Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3Mg \quad . Mg_4H_4 \\ 2 Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3Na_2 \quad . Al_2Na_4H_2 \end{array} \right.$$

$$\text{II.} \left\{ \begin{array}{l} 5 Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3Ca \quad . Mg_4H_4 \\ 3 Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3Mg \quad . Mg_4H_4 \\ 2 Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3NaH . Al_2Na_2H_4 . \end{array} \right.$$

Aus diesen molekularen Mischungen folgt dann durch Vereinigung:

I. $Al_{114}Mg_{87}Ca_{13}Na_{12}H_{84}B_{66}Si_{132}O_{682}$

und II. $Al_{54}Mg_{35}Ca_5Na_6H_{42}B_{30}Si_{60}O_{310}$.

Nimmt man solche Multipla eines Moleküls mit einer so grossen Anzahl von Atomen an und lässt viele Variationen in der Ersetzung des Wasserstoffs zu, so ist es mehr eine Sache rechnerischer als chemischer Geschicklichkeit, die Zahlen so zu wählen, dass die berechneten Werthe mit den in der Analyse gefundenen übereinstimmen. Aber wozu all diese Arbeit, wenn man guten Grund hat zu glauben, dass entweder in Folge kleiner Fehler in der Analyse oder in Folge von Verunreinigungen des Materials die beiden fraglichen Analysen nicht ganz genau dieselben Verhältnisse liefern wie die übrigen?

Eine andere Schwierigkeit, welche Clarke offenbar auch anerkennt, ist die, dass für das Fluor in diesem Molekül kein passender Platz vorhanden ist; daher nimmt er an, dass das Fluor bisweilen die Gruppe BO_2 vertritt, eine äquivalente Vertretung, die nach seiner Ansicht bei der Cappelenitgruppe deutlich zu sehen ist. Nun scheint vom chemischen Standpunkte aus die erwähnte Gruppe, die den Cappelenit, Melanocerit, Caryocerit und Tritomit umfasst, zur Klarstellung eines so wichtigen chemischen Princips nicht sehr geeignet zu sein, da die Zusammensetzung aller Mineralien dieser Gruppe sehr complicirt ist und nur in einem Falle, nämlich beim Tritomit, eine directe Bestimmung von B_2O_3 gemacht wurde. Es muss bemerkt werden, dass Clarke's Formel direct verwendbar ist bei den drei Analysen von Riggs (Nr. 18, 19, 20 S. 531), die einen geringen Gehalt an Basen und einen hohen Kieselsäuregehalt aufweisen. Diese Formel soll daher als die saure Formel A bezeichnet werden. Um seine Formel den vielen Analysen, in denen das Verhältniss SiO_2: Gesammtwasserstoff nahezu 1 : 20 ist, anzupassen, modificirt Clarke dieselbe dahin, dass das basische, zweiwerthige Aluminiumhydroxyd-Radical ($AlOH$) an Stelle von zwei Wasserstoffatomen seiner Säure tritt, und zwar denkt er sich immer die beiden zu

BO_3 gehörigen Wasserstoffatome durch das Radical $(AlOH)$ ersetzt. Fluor gilt in dieser Formel als mit Aluminium zum zweiwerthigen Radical (AlF) verbunden, das isomorph ist mit $(AlOH)$, und vertritt nicht die BO_2-Gruppe. Ein hypothetisches Molekül, das das Radical $(AlOH)$ enthält und die Zusammensetzung des grünen Turmalin von Haddam Neck ausdrücken soll, ist das folgende:

$$Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3(AlOH) . Al_2Li_2H_4 .$$

Substituirt man hierin für die Metalle die äquivalente Menge Wasserstoff und vereinfacht, so entsteht ein Ausdruck, der als basische Formel B bezeichnet werde, weil er mehr Wasserstoffatome enthält als die saure Formel A. Die beiden seien zum Vergleiche neben einander gestellt:

A, saure Formel $H_{29}B_3Si_6O_{31}$
B, basische Formel $H_{31}B_3Si_6O_{32}$.

Die empirische Formel der Turmalinsäure, wie sie von Foote und mir aufgestellt wurde, nämlich $H_{20}B_2Si_4O_{21}$ ist gleich mit $H_{30}B_3Si_6O_{31\frac{1}{2}}$, was genau die Mitte ist zwischen der basischen und der sauren Formel von Clarke. So Ausdrücke zu finden, die eine genaue Uebereinstimmung der berechneten Werthe mit den bei den einzelnen Analysen gefundenen liefern, ist wiederum nicht Sache der Chemie, sondern eher Aufgabe der Arithmetik, und zwar eine solche, die nie versagt; denn wenn die beiden Formeln gegeben sind, kann man irgend eine Mischung der Moleküle finden, welche für die Werthe irgend einer Analyse passt, die innerhalb der beiden Typen von Clarke fallen. Um so die Zusammensetzung des grünen Turmalin von Haddam Neck auszudrücken, bei dem das Verhältniss SiO_2 : Gesammtwasserstoff nahezu 4 : 20 ist, wendet Clarke eine gleiche Anzahl von basischen und sauren Molekülen an wie folgt:

Basisch: $10 Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3(AlOH) . Al_2Li_2H_4$

Sauer: $\begin{cases} 3 Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3Ca \quad . Fe_4H_4 \\ 1 Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3Ca \quad . Al_3NaH_2 \\ 6 Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3NaH . Al_3NaH_2 . \end{cases}$

Die Uebereinstimmung zwischen den berechneten Werthen und den Resultaten der Analyse ist in der That sehr befriedigend. Aber was ist damit gewonnen? Die Analyse gab ein Verhältniss von fast genau 4 : 20, und eine Mischung von zehn Molekülen des basischen und zehn des sauren Typus muss genau ein Verhältniss 4 : 20 geben; deswegen ist es ein nothwendiger Schluss, dass die Theorie mit der Analyse stimmen muss. Um jedoch die Uebereinstimmung zu Stande zu bringen, wird eine Mischung von Molekülen verwendet, die ein Aggregat von 1092 Atomen enthält. Wenn wir der Ansicht sind, dass eine Formel irgendwie gefunden werden muss, die für alle Analysen passt, und dass deswegen Formelpaare von

basischem und saurem Typus nöthig sind, warum sollen wir nicht für den sauren Typus die von Rammelsberg vorgeschlagene Formel $H_{18}B_2Si_4O_{20}$ nehmen? Setzt man zwei zweiwerthige Radicale ($AlOH$) an Stelle von vier Wasserstoffatomen und reducirt dann auf den einfachsten Ausdruck, so erhalten wir den basischen Typus $H_{22}B_2Si_4O_{22}$, und durch passende Ersetzung der Wasserstoffatome durch Metalle und durch die Combination beider Formeltypen kann man für jede Analyse eine theoretische Zusammensetzung berechnen. Diese beiden Formeln haben einen Vortheil vor denen von Clarke, da sie einfacher sind und die Priorität, wenigstens für eine davon, beansprucht werden kann. Ohne Zweifel könnte man andere Formelpaare ersinnen, welche für alle Verschiedenheiten, die die Resultate von Turmalinanalysen aufweisen, passen würden.

Ein anderes Beispiel, welches Clarke bei der Erörterung seiner Theorie anführt, ist der schwarze Turmalin von Auburn, Maine, Nr. 2 aus Riggs Analysen (S. 530). Die Zusammensetzung wird durch folgenden Ausdruck wiedergegeben

Basisch: $35Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3(AlOH) . Fe_4H_4$

Sauer: $\begin{cases} 2Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3Ca . Fe_4H_4 \\ 27Al_5(SiO_4)_6(BO_2)_2 . BO_3NaH . Al_3NaH_2 . \end{cases}$

Die Zahl der Atome in dieser Mischung von Molekülen ist 3499. Man möge im Auge behalten, dass, was das Verhältniss SiO_2 : Gesammtwasserstoff betrifft, diese Analyse eine der besten ist, indem dasselbe gleich 4 : 20,03 ist, wonach hier die Moleküle des basischen und sauren Typus in ungefähr dem gleichem Verhältnisse vorhanden sein müssten. Clarke jedoch verwendet 35 basische und 29 saure Moleküle, wofür sich dann das Verhältniss SiO_2 : Gesammtwasserstoff gleich 4 : 20,06 berechnet; es ist daher das aus Clarke's molekularer Mischung abgeleitete Verhältniss weiter von 4 : 20 entfernt, als das aus der Analyse selbst berechnete. Trotzdem macht Prof. Clarke folgende Bemerkung: »Es ist zu beachten, dass das Molekül A (nach ihm das basische) im Ueberschusse über die beiden anderen vorhanden ist, ein Umstand, der für die Analysen passt, aber unvereinbar ist mit der von Foote und Penfield vorgeschlagenen Formel.« Es sei jedoch constatirt, dass die Formel $H_{20}B_2Si_4O_{21}$ sich nicht auf hypothetische molekulare Mischungen stützt, sondern auf wirklich gute Analysen, ähnlich der zuletzt citirten Analyse von Riggs, mit einem Verhältnisse von fast genau 4 : 20. Dieses Beispiel zeigt gut, dass die Verhältnisszahlen bei der Aufstellung einer Formel grössere Dienste leisten, als ein Vergleich zwischen den procentischen Werthen.

Schliesslich gibt Prof. Clarke am Schlusse seiner Arbeit die Gründe an, warum er glaubt, dass das Radical ($=Al\text{-}BO_2$) »zum Theil durch die ähnlichen Gruppen ($=Al\text{-}OH$) und ($=Al\text{-}F$)« ersetzt sein kann

oder dass mit andern Worten Hydroxyl und Fluor unter sich und mit BO_2 isomorph sind. Clarke stützt sich hierbei auf die Thatsache, dass bei vielen Analysen von Riggs und von Jannasch und Kalb nicht genügend B_2O_3 gefunden wurde, um ein Verhältniss von $SiO_2 : B_2O_3$ gleich 4 : 1 (s. S. 530, 531) zu geben, und das Deficit erscheint ihm zu gross, um auf Fehler in der Analyse zurückgeführt werden zu können. Dass die Bestimmungen von B_2O_3 zufällig zu niedrig ausgefallen sind, lässt sich weit einfacher erklären als es Clarke thut. Es wurde von Foote und mir besondere Mühe darauf verwandt, die Bedingungen für eine genaue Bestimmung von B_2O_3 im Turmalin zu finden, und es ergab sich, dass nach dem Schmelzen des Materials mit dem fünffachen Gewicht Natriumcarbonat und Ausziehen mit Wasser noch etwas Bor im Rückstande blieb; der Rückstand wurde nochmals mit Natriumcarbonat geschmolzen und das Bor dann nach der bekannten Methode von Gooch bestimmt. Es ergab sich ferner, dass zweimaliges Schmelzen mit Natriumcarbonat hinreicht, um alles B_2O_3 zu extrahiren. Prof. Riggs hat mir gütigst mitgetheilt, dass er bei der Borbestimmung nach Gooch nur einmal geschmolzen, aber dabei die zehnfache Menge Carbonat verwandt habe. Es ist daher wahrscheinlich besser, zweimal mit dem fünffachen Gewichte an Carbonat zu schmelzen, als nur einmal mit dem zehnfachen Gewichte. Wie auf S. 530, 531 zu sehen, ist bei der Mehrzahl der Analysen von Riggs das Verhältniss $SiO_2 : B_2O_3$ sehr nahe gleich 4 : 1. Alle, welche Gelegenheit hatten, Bor zu bestimmen, bevor Gooch seine bewunderungswürdige Methode beschrieb, sind darüber einig, dass eine genaue, brauchbare Bestimmung von B_2O_3 ausserordentlich schwierig, thatsächlich fast unmöglich war. Jannasch und Kalb wandten die von Bodewig[1]) abgeänderte Marignac'sche Methode an, indem sie das Bor als KBF_4 wogen, weshalb in Anbetracht der complicirten Zusammensetzung des Turmalins ihre Bestimmungen der Wahrheit sicher so nahe kommen als man erwarten darf, zumal wenn man bedenkt, dass etwas Bor verloren ging, wenn nicht zweimal mit Alkalicarbonat geschmolzen wurde.

Tschermak fasst die Zusammensetzung des Turmalins als ein Gemisch von zwei complicirten Silicatmolekülen auf, wie folgt:

$$Si_{12}B_6Al_{16}Na_4H_8O_{63} = B_6Al_4O_{15}.4(Si_3Al_3NaH_2O_{12}) = Tu,$$
$$Si_{12}B_6Al_{10}Mg_{12}H_6O_{63} = B_6Al_4O_{15}.2(Si_3Al_3H_3O_{12}.Si_3Mg_6O_{12}) = Tm.$$

Das Radical $(Si_3Al_3NaH_2O_{12})$ in Tu ist die allgemein angenommene Paragonitformel und $(Si_3Al_3H_3O_{12}.Si_3Mg_6O_{12})$ in Tm ist Tschermak's typische Meroxenformel, abgesehen davon, dass beim Meroxen ein Theil des Wasserstoffes durch Kalium ersetzt ist. So nimmt Tschermak an, dass der Tur-

1) Diese Zeitschr. 1883, 8, 211.

malin Glimmermoleküle in Verbindung mit dem borhaltigen Radical $B_2Al_4O_{15}$ enthält.

Um die Zusammensetzung der beiden von Foote und mir analysirten Turmalinvarietäten auszudrücken, wird folgende Bezeichnung verwandt: für den Turmalin von Haddam Neck $Tu_{44}Tm_7$ und für den von De Kalb $Tu_{13}Tm_{37}$. Diese Bezeichnungen geben, linear geschrieben:

$$Si_{612}B_{306}Al_{774}Mg_{84}Na_{176}H_{394}O_{3213}$$

und

$$Si_{600}B_{300}Al_{578}Mg_{444}Na_{52}H_{326}O_{3150} .$$

So zeigt Tschermak mit Ausdrücken, deren jeder über 5500 Atome enthält, dass die berechneten Werthe genügend mit den Resultaten der Analysen stimmen, nachdem letztere noch bedeutend vereinfacht wurden durch zahlreiche Substitutionen und Umrechnen auf 100 %.

Die beiden Formeln von Tschermak, $Si_{12}B_6Al_{16}Na_4H_8O_{63}(Tu)$ und $Si_{12}B_6Al_{10}Mg_{12}H_6O_{63}(Tm)$, leiten sich beide von einer Säure $H_{60}B_6Si_{12}O_{63}$ ab, welche das Dreifache der von Foote und mir vorgeschlagenen empirischen Formel $H_{20}B_2Si_4O_{21}$ ist. Tschermak sagt, es wäre ein Schritt in falscher Richtung, den Turmalin auf die einfachere Säure $H_{20}B_2Si_4O_{21}$ zu beziehen, da vor zehn Jahren gezeigt wurde, dass die dreifache Formel richtig sei. Es ist allerdings möglich, durch passende Mischung von Tschermak's *Tu*- und *Tm*-Molekülen theoretische Werthe zu berechnen, welche nahe mit den Resultaten vereinfachter Analysen stimmen, aber dieser Umstand beweist nicht nothwendig, dass die fragliche Formel richtig ist und dass damit die wahre Constitution des Turmalins festgestellt ist. In seinem vorzüglichen Lehrbuche der Mineralogie giebt Tschermak für den Pyrit und den Markasit die Zusammensetzung FeS_2 an; für den Calcit und Aragonit $CaCO_3$; für den Rutil, Anatas, Brookit TiO_2 und für den Cyanit, Andalusit und Sillimanit Al_2SiO_5. Wenn daher bei diesen Verbindungen die einfachste Formel angenommen wird, so ist kein Grund vorhanden zu behaupten, beim Turmalin wäre die complicirte dreifache Formel sicher bewiesen.

Schliesslich sucht Tschermak, der wie Clarke nicht zu beachten scheint, dass manche Analysen nicht brauchbar sind, die Zusammensetzung der Turmaline von Pierrepont und Gouverneur (Nr. 19 und 20 S. 531) und von Tamatawe (Nr. 9, S. 531) zu erklären durch die Annahme der Existenz eines dritten Moleküls, $Tn = Si_{12}B_6Al_8Mg_{12}H_8O_{61} = B_2Al_4O_{15} . 2(Si_3Al_2H_4O_{11} . Si_3Mg_6O_{12})$, in welchem der Teil $(Si_3Al_2H_4O_{11} . Si_3Mg_6O_{12})$ als analog dem Phlogopit angenommen wird. Es scheint jedoch die Ansicht nicht gerechtfertigt, dass die Turmaline von den genannten Fundorten wesentlich verschieden seien von denen anderer Orte und infolge dessen auch verschiedene Formeln nöthig haben, zumal da wir eine neue Analyse vom Turmalin von Pierrepont und eine ältere von dem von Gouverneur von Rammelsberg haben, die beide mit der Formel $H_{20}B_2Si_4O_{21}$ stimmen.

Zusammenfassung. — Wie die auf S. 530, 531 zusammengestellten Verhältnisse zeigen, existirt eine Reihe neuer, sorgfältig ausgeführter Turmalinanalysen, bei denen das Verhältniss $SiO_2 : B_2O_3$: Gesammtwasserstoff nahezu gleich 4 : 1 : 20 ist, woraus sich als empirische Formel der Turmalinsäure $H_{20}B_2Si_4O_{21}$ ableitet. Dass für einige Analysen das Verhältniss nicht so genau wie man wünschte mit 4 : 1 : 20 stimmt, darüber braucht man sich nicht zu wundern, wenn man die Schwierigkeiten der Analyse in Betracht zieht in Verbindung mit der Thatsache, dass das analysirte Material nicht in allen Fällen vollkommen rein und homogen gewesen sein mag. So weit analytische Gewissheit hinreicht für die Aufstellung einer Formel, kann man es als definitiv bewiesen betrachten, dass die empirische Formel der Säure des Turmalin $H_{20}B_2Si_4O_{21}$ ist. Die Kenntniss in der anorganischen Chemie ist nicht so weit vorgeschritten, dass man beweisen könnte, die dreifache Formel $H_{60}B_6Si_{12}O_{63}$, wie Tschermak sagt, wäre die richtige. Die von Clarke vorgeschlagene empirische Formel hat für sich als analytischen Beweis nur einige wenige Analysen von Riggs und eine von Jannasch und Kalb (S. 531), welche die Verhältnisse 4 : 1 : 19,33 liefern, und es ist die Ansicht wohl begründet, dass eine Wiederholung dieser Analysen diese Verhältnisse nicht mehr ergeben würde. Da der Turmalin immer genügend Wasser für zwei Hydroxylradicale enthält, so ist mit Wahrscheinlichkeit, wenn nicht mit absoluter Sicherheit bewiesen, dass die empirische Formel der Säure des Turmalins $H_{18}(OH)_2B_2Si_4O_{19}$ ist. Was weiter geht, ist sicher nur Speculation, und man kann nicht annehmen, dass die vorgeschlagenen Ansichten sicher bewiesen seien. Alle Analysen sprechen dafür, dass wenigstens die Hälfte der Wasserstoffatome durch Aluminium ersetzt ist, und diese Thatsache in Verbindung mit dem Gedanken, dass es begründet erscheint, die beiden Hydroxylradicale mit den beiden Boratomen zu verbinden, brachten Foote und mich zur Ansicht, dass das Charakteristische aller Turmalinvarietäten eine Aluminium-Borkieselsäure $H_9Al_3(B.OH)_2Si_4O_{19}$ ist. In dieser Formel ist der Hauptbetrag von $(Al_3(B.OH)_2Si_4O_{19})$ so im Uebergewichte, dass es keinen Unterschied ausmacht, wie die neun übrigen Wasserstoffatome vertreten sind, ob zum grösseren Theile durch Aluminium und zu einem geringfügigen Theile durch zweiwerthige Metalle und Alkalien oder ob zum grösseren Theile durch Magnesium und in geringem Maasse durch Aluminium und Alkalien; das Resultat ist in allen Fällen der Turmalin mit seiner charakteristischen Krystallstructur. Dass dreiwerthige, zweiwerthige und einwerthige Metalle gleichsam die Rolle isomorpher Bestandtheile spielen und in gleicher Weise die neun Wasserstoffatome der Turmalinsäure vertreten, ist thatsächlich ein bemerkenswerther Fall von Isomorphie; aber es erlaubt eine Erklärung der Zusammensetzung des Turmalins, die man, zum Theil wenigstens, begreifen kann.

Was für eine Erklärung für die chemische Zusammensetzung des Turmalins kann dagegen der Lehrer dem Studirenden vom chemischen Standpunkte aus geben, wenn die Ansichten von Tschermak durchdringen? Nur die, dass die Zusammensetzung ausserordentlich complicirt ist, dass zwei Moleküle *Tu* und *Tm* (S. 538) existiren, die gewisse Analogien mit den Mineralien der Glimmergruppe zeigen und sich in verschiedenen Verhält-hältnissen mischen, und dass man durch die Annahme von passenden Vielfachen der beiden Moleküle eine theoretische Zusammensetzung so berechnen kann, dass sie mit den Resultaten einer Analyse übereinstimmt, wenn die letzteren bedeutend vereinfacht werden. Nimmt man wie Clarke (S. 535) und Tschermak (S. 539) molekulare Mischungen an, die einige hundert und selbst tausend Atome enthalten, dann möchte es scheinen, als ob Chemiker oder vielleicht Arithmetiker Formeln zu ersinnen trachteten, um die Zusammensetzung irgend einer Substanz, die auf irgend eine Weise analysirt wurde, zum Ausdrucke zu bringen.

XXIII. Ueber die chemische Zusammensetzung des Türkis.

Von

S. L. Penfield in New Haven, Conn.

Durch die Güte des Herrn Ernst Schernikow aus New York City erhielt ich kürzlich eine Reihe von Türkishandstücken aus Lagerstätten im Los Cerillos-Gebirge, New Mexico, und dem Crescent Mining-District, Lincoln Co., Nevada. Ein Stück vom letzteren Fundorte, von besonders schöner Beschaffenheit, wurde mir gegeben mit der Bitte, davon eine chemische Analyse zu machen. Das Material war sehr feinkörnig, von schöner hellblauer Farbe und zeigte ebenen Bruch. Im Dünnschliffe erschien das Mineral durchsichtig und fast farblos; es erschien unter dem Mikroskope vollkommen einheitlich und liess nicht erkennen, dass es aus zwei Substanzen bestände, etwa wie ein Aluminiumphosphat, das ein Kupfersalz als farbige Beimischung enthält. Das Material war so feinkörnig, dass für seine Krystallform keine Anhaltspunkte zu finden waren, abgesehen davon, dass einige Einwirkung auf das polarisirte Licht zu bemerken war. Das specifische Gewicht, durch Schweben in einer schweren Flüssigkeit bestimmt, ist 2,791.

Was die chemische Zusammensetzung des Türkis betrifft, so ist zu beachten, dass die Analysen nur mit dichten, kryptokrystallinischen Stücken ausgeführt wurden und dass, obgleich sie sehr sorgfältig ausgewählt wurden, doch keine solche Garantie für die Reinheit des Materials gegeben ist, als wenn ein gut krystallisirtes Mineral analysirt wird. Um zu zeigen, dass der Türkis aus Material von nahezu gleichmässiger Zusammensetzung besteht, sind die neuen Analysen unten zusammen mit den Analysen anderer Forscher angegeben. Nicht mit inbegriffen wurden Analysen, die viele andere Beimengungen ausser Kieselsäure enthielten.

Die Resultate sind folgende:

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	Lincoln Co., Nevada. Penfield:	Nichabour, Persien. Church[1]:	Kaharalinsk, Russland. Nicolajew[2]:	Fresno Co., Californ. Moore[3]:	Los Cerillos, N. Mexico. Clarke[4]:	Los Cerillos, N. Mexico. Clarke[4]:	Los Cerillos. N. Mexico. Clarke[4]:
P_2O_5	34,18	32,86	34,42	33,21	31,96	32,86	28,63
Al_2O_3	35,03	40,19	[35,79]	35,98	39,53[6]	36,88	37,88
Fe_2O_3	1,44	2,45[5]	3,52	2,99	—	2,40	4,07
CuO	8,57	5,27	7,67	7,80	6,30	7,51	6,56
H_2O	19,38	19,34	18,60	19,98	19,80	19,60	18,49
Unlöslich	0,93	—	—	—	1,15	0,16	4,20
X	—	MnO 0,36	—	—	CaO 0,13	CaO 0,38	—
	99,53	100,47	100,00	99,96	98,87	99,79	99,83
Spec. Gew.	2,79	2,75	2,89	2,86	—	2,80	—

Nach den neuen Analysen ist das Eisen ganz in der Ferriform vorhanden, und deswegen wurde der Eisengehalt in der Analyse von Church, im Original als FeO angegeben, in Fe_2O_3 umgerechnet zur Uebereinstimmung mit meinen Beobachtungen und denen anderer Forscher.

Eine Vergleichung der obigen Analysen ergiebt, dass der Türkis aus Material von ziemlich gleichmässiger chemischer Zusammensetzung besteht, so gleichmässig, dass es nicht gerechtfertigt erscheint, ihn als eine zufällige Mischung von Aluminium- und Kupferphosphat aufzufassen. Die Anwesenheit des zweiwerthigen Kupfers jedoch in etwas veränderlichen Mengen lässt sich nicht so leicht erklären, wenn wir das Kupferphosphat als isomorph mit dem Aluminiumphosphat aufzufassen haben. Die geringe Menge Eisen ist wahrscheinlich isomorph mit Aluminium und es ist zu erwarten, dass das Eisenphosphat nur einen geringen Einfluss auf die Farbe ausübt, da das wasserhaltige Eisenphosphat, der Strengit und das wasserhaltige Eisenarseniat, der Skorodit, ganz hell gefärbt sind. Die Ansicht, dass das Eisen als wasserhaltiges Oxyd, Limonit, vorhanden ist, kann kaum aufrecht erhalten werden.

Clarke spricht bei der Erörterung der Türkisformel die Ansicht aus, dass, wenn das Aluminium mit der Phosphorsäure und dem Wasser zum Molekül $2Al_2O_3.P_2O_5.5H_2O$ verbunden ist, ein Ueberschuss an Phosphorsäure und Wasser bleibt, der mit dem Kupfer ein Salz von der Zusammensetzung $2CuO.P_2O_5.4H_2O$ bildet. Er betrachtet also den Türkis als eine veränderliche Mischung der genannten Salze. Als Normaltürkis nimmt er das Aluminiumsalz $2Al_2O_3.P_2O_5.5H_2O$ an, dem er auch die Formel $Al_2HPO_4(OH)_4$

1) Chem. News 1867, **10**, 290.

2) Kokscharow's Mineral. Russlands 1884, **9**, 86.

3) Diese Zeitschr. 1884, **10**, 247.

4) Am. Journ. Sc. 1886 (3), **32**, 212. Ref. diese Zeitschr. **12**, 509.

5) Angegeben als 2,21 % FeO.

6) Einschliesslich etwas Fe_2O_3.

giebt, und sagt: »das Kupfersalz, dem das Mineral seine Farbe verdankt, ist nur als eine Verunreinigung anzusehen«. Mit Hülfe der Verhältnisszahlen ist es ganz leicht, Clarke's Theorie den auf vor. Seite zusammengestellten Analysen anzupassen. Nimmt man als Basis Eisen und Aluminium und das Verhältniss von $P : Al + Fe : H$ gleich 1 : 2 : 5, wie es die Normalformel $Al_2HPO_4(OH)_4$ von Clarke verlangt, so kann das Verhältniss Ueberschuss an Phosphor : Cu : Ueberschuss an Wasserstoff leicht gefunden werden. Folgendes sind die berechneten Werthe:

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Normal-	P	0,352	0,408	0,373	0,371	0,387	0,376	0,396
türkis	$Al + Fe$	0,704	0,816	0,746	0,742	0,774	0,752	0,792
Clarke	H	1,760	2,040	1,865	1,855	1,935	1,880	1,980
	P	0,130	0,054	0,111	0,097	0,063	0,088	0,008
Rest	Cu	0,108	0,066	0,096	0,098	0,080	0,094	0,083
	H	0,394	0,108	0,201	0,365	0,365	0,300	0,074

Nimmt man Kupfer als Basis, so ist das Verhältniss $P : Cu : H$ im übrig bleibenden Theile folgendes:

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Reste,	P	1,20	0,82	1,15	0,99	0,78	0,93	0,09
Kupfer	Cu	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
als Einheit	H	3,65	1,63	2,09	3,72	4,56	3,19	0,90

Es muss beachtet werden, dass es ein sehr strenger Beweis für eine Formel ist, alle Irrthümer, die von Verunreinigungen des Materials oder von Ungenauigkeiten in der Analyse herrühren, auf einen einzelnen Bestandtheil zu beschränken, im vorliegenden Falle auf das vermuthete Kupfersalz; aber das Verhältniss $P : Cu : H$ ist so verschieden, dass man nicht annehmen kann, dass der Türkis eine Mischung eines Aluminiumsalzes $Al_2HPO_4(OH)_4$ und eines wasserhaltigen Kupferphosphates von der bestimmten Zusammensetzung $2CuO.P_2O_5.4H_2O$ ist. Nach Clarke verlangt eine Verbindung von der Zusammensetzung $2CuO.P_2O_5.4H_2O$ das Verhältniss $P : Cu : H$ gleich 1 : 1 : 4.

Der Wasserstoff im Türkis ist als Hydroxylwasserstoff aufzufassen und nicht als Krystallwasser; denn bei niedriger Temperatur verliert das Mineral sein Wasser nicht, weshalb anzunehmen ist, dass Hydroxylradicale bei der chemischen Zusammensetzung des Minerals eine Rolle spielen. Fasst man das Kupfer als einen wesentlichen Bestandtheil des Türkis auf und nicht als Verunreinigung, so ergeben sich natürlich zwei Theorien: die eine, dass das zweiwerthige Kupfer isomorph ist mit dem zweiwerthigen $[AlOH]''$-Radical und dasselbe vertritt; die andere, dass das einwerthige Kupferhydroxydradical $[Cu(OH)]$ isomorph ist mit dem einwerthigen Aluminiumhydroxydradical $[Al(OH)_2]'$. Die erste dieser Theorien hat zu keiner befriedigenden Lösung des Problems geführt, die zweite lässt eine Beständigkeit

des Minerals in den chemischen Beziehungen vermuthen, welche kaum als zufällig betrachtet werden kann. Es zeigen sich dieselben, wenn man Aluminium und Eisen mit zwei Hydroxylgruppen zu den Gruppen $[Al(OH)_2]$ und $[Fe(OH)_2]$ und Kupfer mit einer Hydroxylgruppe zu $[Cu(OH)]$ verbindet und dann das Verhältniss zwischen Phosphor und $[Al(OH)_2]' + [Fe(OH)_2]' + [Cu(OH)]' +$ überschüssiger Wasserstoff aufsucht. Die Beziehungen sind ersichtlich aus den Verhältnissen, die sich von den einzelnen Analysen auf S. 543 ableiten, im Folgenden:

	I.		II.		III.	
P		0,482		0,462		0,484
$Al(OH)_2$	0,686	1,450	0,788	1,332	0,702	1,320
$Fe(OH)_2$	0,018		0,028		0,044	
$Cu(OH)$	0,108		0,066		0,096	
H	0,638		0,450		0,478	

	IV.		V.		VI.		VII.	
P		0,468		0,450		0,464		0,404
$Al(OH)_2$	0,706	1,478	0,774	1,426	0,722	1,428	0,742	1,262
$Fe(OH)_2$	0,036		—		0,030		0,050	
$Cu(OH)$	0,098		0,080		0,094		0,083	
H	0,638		0,572		0,582		0,387	

Beachtet man, dass $[Al(OH)_2]' + [Fe(OH)_2]' + [Cu(OH)]' + H'$ die Rolle eines einwerthigen Radicals R' spielt, so ist für die einzelnen Analysen das Verhältniss $P:R$ folgendes:

I. $P:R = 0,482 : 1,450 = 1 : 3,01$
II. $P:R = 0,462 : 1,332 = 1 : 2,88$
III. $P:R = 0,484 : 1,320 = 1 : 2,73$
IV. $P:R = 0,468 : 1,478 = 1 : 3,16$
V. $P:R = 0,450 : 1,426 = 1 : 3,17$
VI. $P:R = 0,464 : 1,428 = 1 : 3,08$
VII. $P:R = 0,404 : 1,262 = 1 : 3,12$

Mittel $= 1 : 3,02$.

Ich kann für die Reinheit des von mir analysirten Materials bürgen, soweit dies bei einem kryptokrystallinischen Mineral möglich ist, und kann auch für Genauigkeit in der Analyse einstehen; die grosse Annäherung an das Verhältniss 1 : 3 zwischen dem Phosphor und der Summe der einwerthigen Radicale plus Wasserstoff ist von sehr grosser Bedeutung. Die Verhältnisse bei den anderen Analysen stimmen so nahe als man bei der Beschaffenheit des Materials erwarten kann mit 1 : 3; das Mittel aller dieser Verhältnisse ist fast genau 1 : 3. Das Verhältniss 1 : 3 ist das von Phosphor zu Wasserstoff in der Orthophosphorsäure H_3PO_4. Der Türkis kann daher als ein Derivat der Orthophosphorsäure aufgefasst werden, in der der Wasserstoff zum grössten Theile durch die einwerthigen Radicale $[Al(OH)_2]$,

$[Fe(OH)_2]$ und $[Cu(OH)]$ ersetzt ist. Es scheint kein festes Verhältniss zu bestehen zwischen den Radicalen $[Al(OH)_2]$, $Fe(OH)_2]$ und $[Cu(OH)]$ und auch nicht zwischen der Summe der Hydroxylradicale und dem Wasserstoff. In manchen Fällen jedoch ist das Verhältniss zwischen der Summe der Hydroxylradicale und dem Wasserstoff annähernd gleich 2 : 1, wie im Folgenden zu sehen ist:

	$[Al(OH)_2 + [Fe(OH)_2] + [Cu(OH)]$:	H
II.	0,882	: 0,450 = 2 : 1,02
III.	0,844	: 0,478 = 2 : 1,13
VII.	0,875	: 0,387 = 2 : 0,89.

In solchen Fällen kann man die Zusammensetzung des Türkis auffassen als ein Gemisch eines Aluminiumsalzes, $H[Al(OH)_2]_2PO_4$, mit den isomorphen Molekülen $H[Fe(OH)_2]_2PO_4$ und $H[Cu(OH)]_2PO_4$. Das Molekül $H[Al(OH)_2]_2PO_4$ ist äquivalent der Clarke'schen Formel für den »Normaltürkis«, $2Al_2O_3.P_2O_5.5H_2O$, die er auch durch die Schreibweise $Al_2HPO_4(OH)_4$ ausdrückt. Die Anschauung von Clarke, dass der Türkis sehr fein vertheilte Beimischungen von Eisen- und Kupferphosphat als Verunreinigungen enthält, und auch seine Formel für das reine Mineral (Normaltürkis von Clarke) nimmt Groth[1]) an und drückt die Zusammensetzung durch die Formel $PO_4Al_2(OH)_3.H_2O$ aus, vermuthet jedoch, dass die Formel vielleicht $PO_4H[Al.(OH)_2]_2$ ist.

Zum Schlusse möge festgestellt sein, dass meine Ansicht die ist, dass das Kupfer und der geringe Eisengehalt eher als Bestandtheile des Türkis denn als Verunreinigungen aufzufassen sind. Zur Begründung dieser Ansicht sei das beständige Auftreten von Kupfer, wie alle Analysen zeigen, erwähnt. Ferner löst sich feingepulverter Türkis nur theilweise beim Kochen mit Salzsäure im eingeschlossenen Rohre; deswegen wäre zu erwarten, dass für den Fall, das Kupferphosphat wäre nur eine Verunreinigung, dieses sich leicht lösen würde, und dass das basische Aluminiumphosphat als reiner weisser Rückstand bliebe, während bei den angestellten Versuchen der unlösliche Rückstand blau blieb vom Anfang bis zum Ende des Versuches. Nimmt man im Türkis die Existenz der einwerthigen Radicale $[Al(OH)_2]$, $[Fe(OH)_2]$ und $[Cu(OH)]$ an, so kann die Zusammensetzung des Minerals, wie die publicirten Analysen zeigen, angegeben werden als ein Derivat der Orthophosphorsäure, nämlich als

$$[Al(OH)_2, Fe(OH)_2, Cu(OH), H]_3PO_4.$$

Das Radical $[Al(OH)_2]$ ist immer vorherrschend, jedoch in keinem bestimmten Verhältnisse anwesend. Einige Analysen (II, III und VII) stimmen nahe mit der Formel $[Al(OH)_2, Fe(OH)_2, Cu(OH)]_2HPO_4$.

1) Tabellarische Uebersicht der Mineralien 1898, S. 97.

Bleibt das Eisen unberücksichtigt, so ergeben sich für die berechnete Zusammensetzung des Türkis in den beiden speciellen Fällen isomorpher Vertretung folgende Werthe:

$[Al(OH)_2, Cu(OH), H]_3PO_4$ $Al(OH)_2 : Cu(OH) : H = 7:1:6$		Analyse I S. 543	$[Al(OH)_2, Cu(OH)]_2HPO_4$ $Al(OH)_2 : Cu(OH) = 12:1$	Analyse II S. 543
P_2O_5	34,64	34,18	32,13	32,86
Al_2O_3	37,32	36,47 [1]	42,61	42,64 [1]
CuO	8,28	8,57	5,52	5,27
H_2O	19,76	19,76	19,74	19,34
	—	Unl. 0,93	—	MnO 0,36
	100,00	99,53	100,00	100,47

Wenn man bedenkt, dass der Türkis kein krystallisirtes Mineral ist, so ist die Uebereinstimmung zwischen der Theorie und den Analysenresultaten so genau, als man nur erwarten kann.

1) Enthält Fe_2O_3.

XXIV. Contactgoniometer und Transporteur einfacher Construction.

Von

S. L. Penfield in New Haven, Conn.

(Mit 5 Textfiguren.)

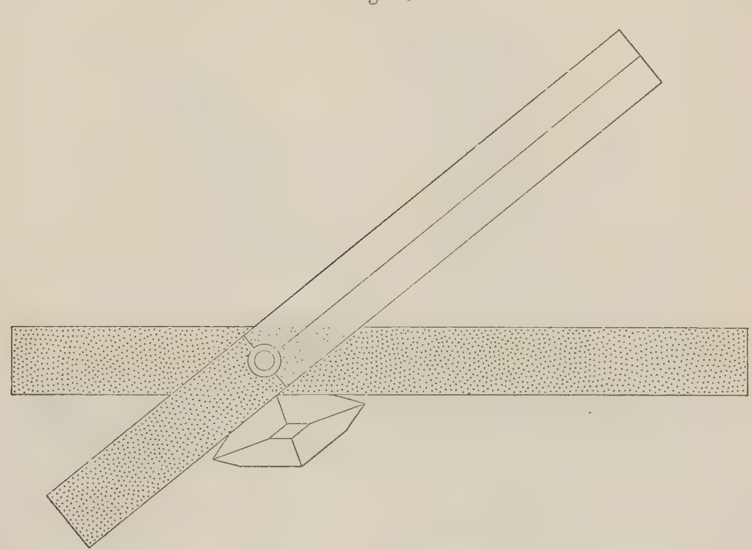
Ich habe lange Zeit empfunden, dass es beim mineralogischen und krystallographischen Unterrichte ein entschiedener Vortheil wäre, wenn jeder Studirende ein Contactgoniometer besässe und mit den Methoden der Bestimmung der Krystallformen und ihrer einfachen geometrischen Beziehungen mit Hülfe der Winkel vertraut würde; die zu beschreibenden einfachen Instrumente sind entstanden aus dem Wunsche, genaue und brauchbare Instrumente um mässige Kosten zu construiren. Die gewöhnlich gebrauchten Metallcontactgoniometer sind zwar immer verwendbar, aber sie sind nothwendig kostspielig; denn um Genauigkeit zu erzielen, müssen sie ausserordentlich gut ausgearbeitet sein, und da die Nachfrage beschränkt ist, so werden sie nur in geringer Anzahl hergestellt. Daher ist der Gebrauch dieses einfachen und nützlichen Instrumentes viel geringer als er sein sollte.

1. Goniometer Modell A.

Dieses Instrument besteht aus zwei Theilen, aus einem Schenkelpaare zum Messen mit geraden Kanten, die jeden beliebigen Winkel mit einander bilden können und so jedem Winkel des Krystalls (Fig. 1) angepasst werden können, und aus einem graduirten Halbkreise, um den Winkel der beiden Schenkel zu messen. Die Schenkel, mit denen jedes Instrument versehen ist, sind zweierlei Art; ein Paar ist aus Streifen von sehr hartem, compactem Material, aus Hartfaser hergestellt, das andere Paar aus einem Streifen von Hartfaser und einem Streifen von durchsichtigem Celluloid. Das Material, aus dem die Arme bestehen, ist von nicht so grosser Wichtigkeit. Streifen aus gutem Carton oder dünne Streifen aus Metall oder Holz würden jeder Anforderung genügen, aber es ist wichtig, dass die Kanten gerade und parallel sind. Die Streifen sind unter einander mit

Hülfe eines Schnürloches mit Metallring verbunden, welches als Zapfen dient; der Metallring ist so fest angezogen, dass einige Kraft aufzuwenden ist, um die Arme zu bewegen. Wenn die Verbindung zu fest ist, genügt eine etwas kräftige Bewegung, um die Schenkel zu lockern, und wenn die Bewegung nach und nach zu leicht wird, so kann der Metallring fester gemacht werden durch Hämmern. Um den Celluloidschenkel (Fig. 1) leichter in Contact mit

Fig. 1.



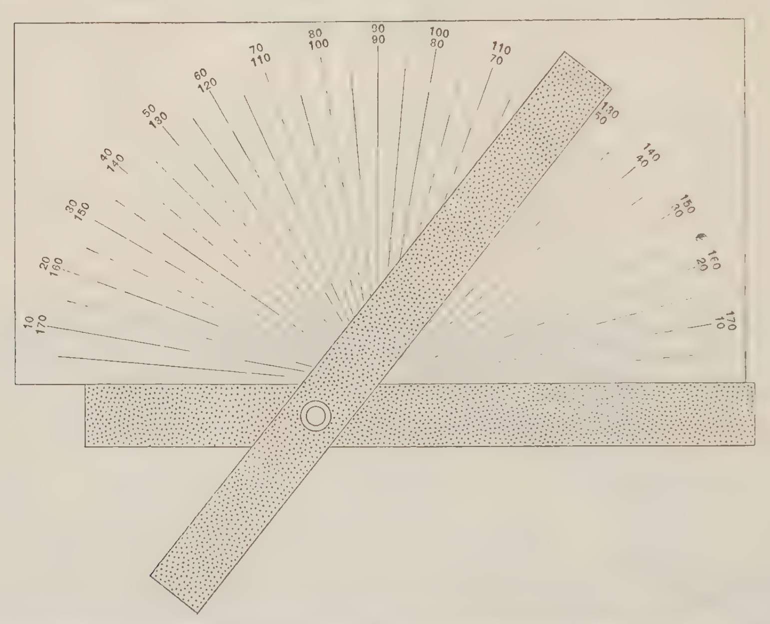
einer Krystallfläche bringen zu können, ist sein kürzeres Ende geschwärzt, und um die Messung eines Winkel zu erleichtern, ist eine feine geschwärzte Linie auf der Unterseite des Celluloids eingeritzt. Diese Linie muss genau parallel sein mit den Kanten des Streifens, aber sie muss nicht nothwendig durch das Centrum des Schnürloches gehen.

Der graduirte Halbkreis (Fig. 2) ist eingetheilt in Grade, obgleich zur grösseren Deutlichkeit nur die Fünf- und Zehn-Gradtheilstriche in der Figur angegeben sind. Die Zehn-Gradtheilstriche sind in beiden Richtungen von 0^0 bis 180^0 durch Zahlen angegeben. Die Graduirung ist auf schweren Bristoler Carton gedruckt und unterscheidet sich von der eines gewöhnlichen Transporteurs dadurch, dass die Gradtheilstriche nahe bis ans Centrum heranreichen. Der Carton ist abgeschnitten auf der Linie 0^0 bis 180^0; er könnte aber ebenso gut abgeschnitten sein auf einer Linie parallel dieser Richtung. Auf die Platte, die zum Aufdrucken auf das Papier diente, wurde mit einer Theilmaschine die Eingravirung gemacht, was eine Garantie für die Genauigkeit der Graduirung bildet.

Benutzt man die undurchsichtigen, aus zwei Streifen Hartfaser hergestellten Schenkel, so wird, nachdem sie so justirt sind, dass sie mit dem

Krystallwinkel stimmen, der eine von ihnen festgehalten gegen die Basallinie des Papiertransporteurs, während der andere auf der Oberfläche des graduirten Cartons (Fig. 2) bleibt, und dann kann man die Schenkel bewegen, bis ihr Scheitelpunkt mit der Mitte zusammenfällt. Der Winkel ist dann bestimmt durch den Parallelismus der Kanten des Schenkels mit einem der langen Grundteilstriche des Halbkreises. Es ist gleich, welche

Fig. 2.



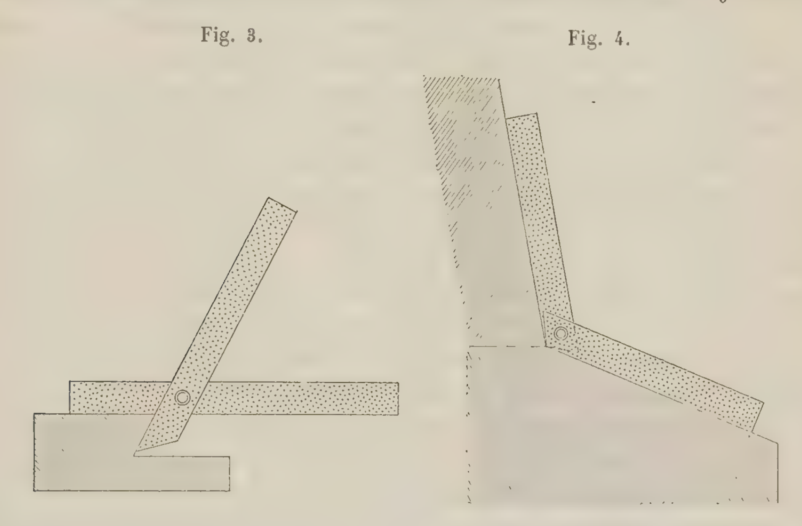
Kante man gebraucht; in Fig. 2 ist die Kante rechts ungefähr parallel mit der Linie für 51⁰. Bruchtheile eines Grades (halbe und Viertelgrade) können leicht abgeschätzt werden. Verwendet man die Schenkel, die einen durchsichtigen Celluloidstreifen haben (Fig. 1), so bringt man den undurchsichtigen Streifen in Berührung mit der Grundlinie des Transporteurs und bleibt mit dem durchsichtigen Streifen auf der Oberfläche des Cartons, und man kann dann leicht den Winkel an der feinen Linie, die auf der unteren Seite des Celluloids eingeritzt ist, ablesen.

Den von den gekreuzten Armen gebildeten Winkel dadurch zu bestimmen, dass man auf dem graduirten Carton die Linie, mit der die Kante des Schenkels am genauesten parallel ist, aufsucht, ist eine sehr einfache und zugleich sehr genaue Methode der Winkelmessung. Unter günstigen Bedingungen, bei grossen ebenen Krystallflächen kann der Winkel mit Hülfe eines Contactgoniometers auf einen Viertelgrad genau gemessen werden, und auf einem in Grade eingetheilten Papiertransporteur können halbe und Viertelgrade leicht geschätzt werden durch Vergleichen der Kante

des undurchsichtigen Armes oder der feinen Linie des durchsichtigen Armes mit den langen Gradtheilstrichen.

Es kommt oft vor, dass beim Messen eines aufgewachsenen Krystalles oder eines Winkels in einer Vertiefung (Fig. 3 und 4) die Arme des gewöhnlichen Messinstrumentes nicht in Berührung mit der Oberfläche gebracht werden können, weil irgend ein Hinderniss dazwischentritt. Bei jedem der

Fig. 3. Fig. 4.



vorliegenden Instrumente jedoch sind zwei Armpaare vorhanden, und die Enden eines derselben können so abgeschnitten werden, dass sie sich den Bedingungen anpassen (vgl. Fig. 3 und 4). Man kann leicht nöthigenfalls weitere Arme selbst noch herstellen oder für geringen Preis kaufen.

Das Material, aus dem das Instrument besteht, Carton, Hartfaser und Celluloid, erlaubt einen langen Gebrauch, ohne eine erkennbare Abnutzung zu zeigen, und die Genauigkeit des Instrumentes genügt vollkommen den an ein Contactgoniometer gestellten Anforderungen. Die grosse Einfachheit des Instrumentes ist eine Garantie für seine Genauigkeit. Ein starkes Couvert zum Aufbewahren des graduirten Cartons und der Messarme ist jedem Instrumente beigegeben.

2. Goniometer Modell B.

Dieses Instrument (Fig. 5) besitzt einen Halbkreis, der in Grade getheilt ist, die von 0° bis 180° in beiden Richtungen gezählt sind. Die Graduirung ist auf starkem Bristoler Carton angebracht; die untere Kante ist schwarz eingefasst, was die genaue Berührung mit der Krystall- oder Modellfläche leichter macht als eine weisse Kante. Der Carton muss genau parallel der graduirten Linie 0° bis 180° geschnitten sein. Der Messarm besteht aus durchsichtigem Celluloid und wird durch den Metallring eines Schnürloches

genau in dem Centrum des graduirten Kreises befestigt. Ein Ende des Celluloidarmes ist geschwärzt; in das andere ist auf der Unterseite eine feine geschwärzte Linie eingeritzt. Diese Linie, die dazu dient, die Grade anzuzeigen, muss genau parallel sein mit der Kante des Armes und auch genau nach der Mitte des Schnürloches gerichtet sein. Zum bequemeren Entwickeln krystallographischer und mathematischer Beziehungen ist auf der oberen Kante des Cartons eine Centimeterscala angebracht.

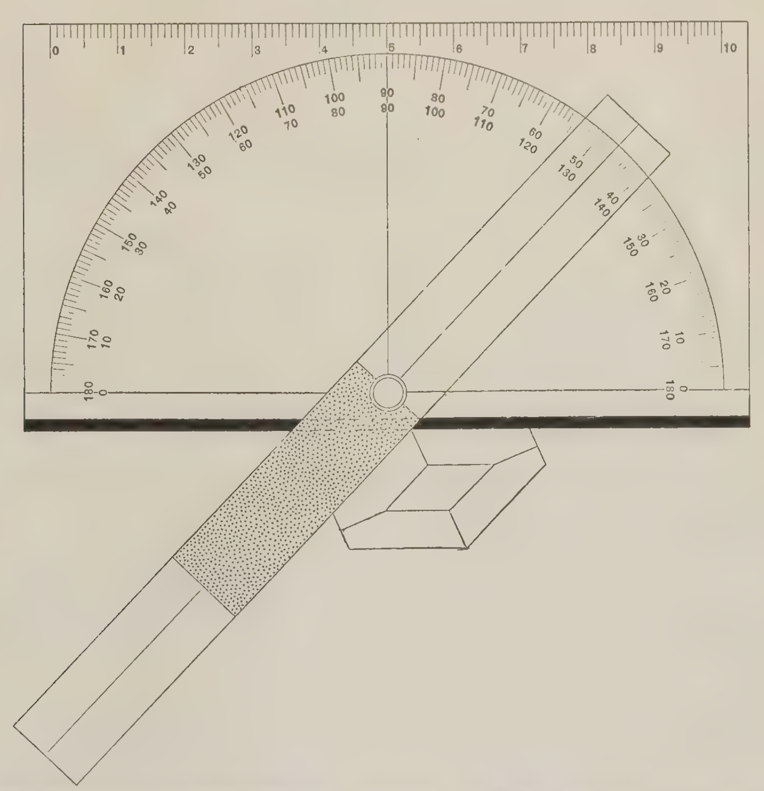
Der Gebrauch des Instrumentes ist zu einfach, um einer weiteren Erklärung zu bedürfen. Da der Messarm mit dem Carton verbunden ist, so werden Grade oder Theile eines Grades direct angezeigt durch die Lage der Indexlinie auf dem graduirten Halbkreise, und der wirkliche oder Supplementwinkel kann durch das durchsichtige Celluloid abgelesen werden. In neun Fällen von zehn erfüllt dieses Instrument alle an ein Contactgoniometer gestellte Anforderungen. Fälle, in denen man es nicht anwenden kann, sind die Messung aufgewachsener Krystalle oder die Messung von Winkeln, die in einer Vertiefung oder in einer Ecke (vgl. Fig. 3 und 4) sitzen, wo irgend ein Hinderniss nicht erlaubt, dass das Instrument in passende Berührung mit der Oberfläche gebracht werde. Trotz dieser Beschränkung hat das Instrument entschiedene Vortheile vor anderen Goniometerformen. Beim Erlernen der Krystallographie ist es zum Beispiel oft wünschenswerth, dass der Studierende gewisse Winkel bestimmt entweder an wirklichen Krystallen oder an Modellen; bei gegebenem Winkel nimmt es nur wenige Secunden in Anspruch, die Indexlinie und damit den Winkel des Messungsarmes auf den gewünschten Theilstrich einzustellen und dann den des Objects damit zu vergleichen, indem man das Instrument an die Krystall- oder Modellflächen anlegt. Auch zur Identificirung der Formen eines Krystalles von einer bekannten Substanz kann der Messarm, wenn man eine Winkeltabelle hat, wie sie in manchen Lehrbüchern angegeben ist, rasch auf einen gegebenen Winkel eingestellt werden und dieser dann in wenigen Secunden mit den Krystallflächen verglichen werden. Da das Instrument klein und leicht ist, kann es in der Westentasche getragen werden und ist immer verwendbar. Ein starkes Couvert ist jedem Instrumente beigegeben.

3. Transporteur.

Mit einem gewöhnlichen Transporteur, bestehend aus einem eingetheilten Halbkreise mit einem markirten Mittelpunkte auf der Basallinie kann man nur angenähert genau arbeiten sowohl beim Zeichnen zweier Linien für einen gegebenen Winkel, als auch beim Messen eines Winkels, der von zwei Linien eingeschlossen wird. Ausserdem erfordert das Zeichnen zweier Linien, die sich unter einem gegebenen Winkel schneiden, mit dem gewöhnlichen Transporteur verschiedene Operationen; man muss eine Grundlinie zeichnen und auf ihr einen Punkt nehmen, von dem aus die andere

Linie zu ziehen ist; dann legt man den Transporteur so an, dass die Linie 0⁰—180⁰ mit der Grundlinie zusammenfällt und dass deren Mittelpunkt zugleich der Scheitelpunkt des Winkels ist und markirt dann den gewünschten Grad oder Theilgrad, wie er auf der Peripherie des Transporteurs angegeben ist; schliesslich zieht man mittelst einer Kante eine Linie vom Scheitel auf die Grundlinie bis zum angelegten Theilstriche. Mit jeder dieser Operationen ist die Möglichkeit verbunden, einen kleinen Fehler zu begehen, und man muss sehr grosse Mühe aufwenden, um den Winkel der beiden Linien auf einen Viertel- oder selbst einen Halbgrad genau zu erhalten. Es wurden sorgfältig ausgearbeitete Transporteurs hergestellt mit Nonien zum Ablesen der Winkel und schwingenden Armen, um die Linien nach den gewünschten Winkeln zu zeichnen, aber solche Transporteurs mit Armen sind sehr kostspielig, und immer entstehen dadurch Fehler, dass man sie mit der Linie 0⁰—180⁰ an die Zeichnungslinie anzulegen hat mit ihrem

Fig. 5.



Mittelpunkte in dem gewünschten Scheitel, während zugleich etwas Raum bleiben muss für die Entfernung der Zeichnungslinie von der genauen Armkante.

Ein Instrument, im wesentlichen dem Goniometer Modell B ähnlich,

mit einem Halbkreise von 7 cm (etwa $2\frac{3}{4}$ Zoll) Radius, in halbe Grade eingetheilt und mit einem beweglichen Arme aus durchsichtigem Celluloid und einer Indexlinie versehen, stellt einen sehr einfachen und zugleich sehr genauen Transporteur dar. Um zwei Linien, die sich unter einem gegebenen Winkel schneiden sollen, mit diesem Instrumente zu zeichnen, stellt man die Indexfläche am Celluloidarme auf den gewünschten Winkel ein, und mit zwei Strichen, einem parallel der Basallinie, den anderen entlang der Kante des Celluloidarmes, ist die Sache abgethan. Der Carton, auf dem die Gradeintheilung sich befindet, ist kaum über 0,5 mm dick, der Celluloidstreifen reicht nur ganz wenig über die Oberfläche des Zeichnungspapiers heraus, und wenn das freie Ende fest an das Papier gedrückt wird, so kann die Linie mit grosser Genauigkeit der Kante entlang gezogen werden. Es würde die Genauigkeit vielleicht noch erhöhen, wenn man unter das freie Ende des Celluloidarmes einen Streifen aus Carton, eben so dick wie der mit der Gradeintheilung versehene, anbrächte, weil dann die Oberfläche des Celluloidarmes gerade und wagerecht bliebe. Mit einem Transporteur von 7 cm Radius und eingetheilt in halbe Grade muss es möglich sein, die Richtung bis auf einen Fehler von weniger als 5′ genau zu zeichnen, während bei einem grösseren Transporteur, der in Viertelgrade eingetheilt ist, der Fehler nicht über 2′ betragen darf, selbst wenn das Instrument keinen Nonius hat. Grössere Genauigkeit lässt sich wohl kaum beim Zeichnen mit einem Bleistifte erzielen.

Die Instrumente mit dem Radius 7 cm und der Eintheilung in halbe Grade sind speciell für den Gebrauch als Transporteur gemacht; beide Enden des Celluloidarmes sind durchsichtig und mit Indexlinien versehen. Eine 14 cm lange Scala, die auf der oberen Kante des Cartons angebracht ist, wird sich häufig als bequem erweisen. So können mit der Scala und dem Transporteur zusammen viele krystallographische und geometrische Demonstrationen graphisch entworfen werden. So kann man zum Beispiel die Länge der krystallographischen Axen und die Parameterverhältnisse der Krystallflächen aus ihren Winkeln bestimmen, Aufgaben der Triangulation lösen, vorläufige Pläne entwerfen u. s. f.

Sollte die Nachfrage nach einem grösseren Instrumente entstehen, mit einer Viertelgradeintheilung, so werde ich es gern auf mich nehmen dafür zu sorgen, dass die Instrumente gut ausgeführt und zum Verkaufe angeboten werden.

Die beschriebenen Instrumente sind geschützt durch Patente der Vereinigten Staaten vom Juli 1900. Sie können bezogen werden von The Tuttle, Morehouse und Taylor Co., New Haven, Conn. Der Preis beträgt 50 cts. Die genannte Firma versendet dieselben eingeschrieben franco auf Empfang einer Postanweisung des Betrages.

XXV. Beiträge zur zonalen Krystallographie.

III. Syngonie-Ellipsoidgesetz.

Von

E. von Fedorow in Petrowsko-Rasumowskoje bei Moskau.

(Mit 10 Textfiguren.)

Wir verdanken dem Genius Fresnel's die Einführung eines Begriffes von kolossaler Wichtigkeit für die Physik der Krystalle und speciell für die Krystalloptik, des Begriffes des optischen Ellipsoides (resp. der verschiedenen zugeordneten optischen Ellipsoide, von welchen eines schlechthin als solches zum allgemeinen Bewusstsein kam).

Die Einführung dieses Begriffes bedeutet zugleich die Einführung resp. sehr vollkommene Formulirung einer Reihe von zu diesem Wissenschaftszweige gehörenden Gesetzen, welche zusammengefasst als ein einziges Grundgesetz der Krystalloptik, das Fresnel'sche, gelten können.

Nachdem dies geschehen war, wurde zugleich der Weg angebahnt für die Aufsuchung und richtige Deutung analoger Gesetze für andere physikalische Eigenschaften der Krystalle. Es erwies sich, dass jenes Gesetz eine sehr ausgedehnte Gültigkeit für zahlreiche und verschiedenartige physikalische Eigenschaften der Krystalle besitzt, und zwar, dass es eine besondere Gruppe solcher Eigenschaften umfasst, welche, als am zahlreichsten vertretene und durch besondere mathematische Einfachheit ausgezeichnete, ganz besonders die Wissbegierde und die Zeit zahlreicher hervorragender Forscher in Anspruch nahm.

Dieser Umstand bewog sogar manche Forscher, einige allgemeine Sätze der mathematischen Ellipsoidlehre als solche darzustellen, welche eine allgemeine Gültigkeit für sämmtliche physikalische Eigenschaften dieser Gruppe besitzen.

Natürlich sind jedoch solche Gesetze nicht für sämmtliche physikalische

Eigenschaften gültig, da, wie erwähnt, es noch andere Gruppen giebt, für welche andere, complicirtere Gesetze Geltung haben[1]).

Es ist hier zunächst zu erwähnen, dass selbst unter dieser allgemeinen Gruppe der Eigenschaften, welche dem Ellipsoidgesetze unterliegen, zwei verschiedene Untergruppen zu unterscheiden sind, je nachdem dieselben durch Polarisation ausgezeichnet sind oder nicht. Man begreift leicht, dass das Ellipsoidgesetz nicht die gleiche Anwendung für die mit Polarisation begabten Lichtstrahlen, wie für die Erscheinungen des Wärmeleitungsvermögens oder der Wärmeausdehnung der Krystalle erhält.

Nun habe ich schon einmal darauf hingewiesen, dass auch unter den geometrischen Eigenschaften zweierlei Gruppen zu unterscheiden sind, und zwar a) Symmetrieeigenschaften, und b) Syngonieeigenschaften, von welchen nur die letzteren mit anderen physikalischen, dem Ellipsoidgesetze untergeordneten Eigenschaften in eine Gruppe fallen, und zwar in diejenige Untergruppe, welche keine Polarisationserscheinungen zulässt. Die Symmetrieeigenschaften lehnen sich aber an diejenige Gruppe der physikalischen Eigenschaften an, welche nach L. Sohncke hauptsächlich von der Cohäsion abhängen[2]).

---

1) Die Theilung der Eigenschaften in zwei verschiedene Gruppen wurde von L. Sohncke in »Entwickelung einer Theorie der Krystallstructur« S. 212 (1879) durchgeführt. In P. Groth's Physikalischer Krystallographie, und in dem Cursus der Krystallographie des Verfs. ist schon von vier verschiedenen Gruppen solcher Eigenschaften die Rede.

2) Dass daraus von selbst der Schluss sich ergiebt, dass es vollständig unzulässig ist, von einem Gesetze, wie z. B. dem der Rationalität der Parameter resp. der Doppelverhältnisse oder endlich dem Zonengesetze (ebenso wie von dem vom Verf. aufgestellten Gesetze der Projectivität der Krystallflächen- (und Kanten-) Complexe) als von einem Grundgesetze der geometrischen Krystallographie zu reden, da die Gesetze dieser Art ausschliesslich für Syngonieeigenschaften Geltung haben, braucht nicht erwähnt zu werden.

Auch umgekehrt ist es ganz unzulässig, von dem Symmetriegesetze als einem Grundgesetze der physikalischen Krystallographie zu reden, da dasselbe ebenso für geometrische und zwar Symmetrieeigenschaften gültig ist.

Der Klarlegung dieser Verhältnisse hat Verf. eine specielle Abhandlung (»Das Grundgesetz der Krystallographie«, diese Zeitschr. **23**, 99 ff.) gewidmet.

Leider wurde die darin enthaltene historisch-kritische Besprechung der Sache von manchen Forschern nicht genügend berücksichtigt, so dass es empfehlenswerth erscheint, noch jetzt auf manche Seite dieser Frage die Aufmerksamkeit zu lenken.

Man sieht, dass die geometrischen Eigenschaften keineswegs von den übrigen physikalischen Eigenschaften als eine besondere Gruppe zu trennen sind, und dass es in der Wirklichkeit nur ein einziges, für die geometrischen ebenso wie für die physikalischen Eigenschaften der Krystalle gleich gültiges Grundgesetz geben kann, und das ist das Homogenitätsgesetz, in welchem wirklich die Summe sämmtlicher uns bekannter Thatsachen enthalten ist. Das Gesetz der Rationalität der Parameter als ein auf directer Erfahrung basirtes Grundgesetz anzunehmen, ist aber nicht nur vom

Selbstverständlich ist es, dass die endgültige Aufstellung eines Gesetzes eine umfassende und consequente Durchführung der daraus zu ziehenden Schlussfolgerungen und deren Prüfung an der Hand der Erfahrung in verschiedenartigen Anwendungen desselben erfordert. Und dies soll die Aufgabe vorliegender Abhandlung in Bezug auf das Syngonie-Ellipsoidgesetz sein, ebenso wie der Hinweis auf die specielle Wichtigkeit dieses Gesetzes im Gebiete der zonalen Krystallographie.

Der Grundstein für diesen Zweig der Krystallographie wurde von Weiss durch sein berühmtes Zonengesetz gelegt. Die weitere Entwickelung dieses Zweiges wurde durch die Arbeiten von Miller gemacht, und durch das Gesetz der Rationalität der Doppelverhältnisse der Sinus der Winkel von vier Zonenflächen erwarb dasselbe praktische Wichtigkeit wegen der Erleichterung in Rechnungsoperationen.

Jetzt scheint der Zeitpunkt gekommen, dass, nachdem von verschiedenen Forschern auf diesem Gebiete eine Reihe weiterer Fortschritte gemacht sind, dieser Zweig eine selbständige Rolle zu übernehmen und in

---

logischen Standpunkte aus unzulässig, sondern auch historisch unrichtig. Dieses Gesetz beruht auf den Haüy'schen Decrescenzen, während seine Formulirung sich auf die krystallographischen Axen bezieht, welche wir Weiss verdanken.

Für die Lage der Sache ist ein Referat (über des Verfs. »Cursus der Krystallographie«) charakteristisch, welches in dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. 1900, **1**, 163 gegeben ist.

Hier steht u. A.: »Statt sich hierbei auf die einfachen Begriffe der Drehung und der Inversion, aus welchen ja alle complicirteren Operationen zusammengesetzt werden können, zu beschränken, unterscheidet Verf. zwischen Deckbewegungs-, Spiegelungs- und zusammengesetzter Symmetrie«, ferner: »Als »Grundgesetz der Krystallographie« wird dann die Behauptung aufgestellt, dass alle kleinsten Theilchen eines Krystalles einander gleich und zu einander parallel gelagert sind. Aus diesem »Grundgesetz« wird dann das Gesetz der rationalen Parameter von Krystallflächen und Kanten abgeleitet. Im Gegensatz zu den üblichen modernen Darstellungsweisen wird also nicht eine experimentell sicher gestellte Thatsache beiläufig durch eine plausible, immerhin aber uncontrolirbare Annahme illustrirt, sondern es wird aus dieser als Theorie in den Vordergrund gestellten Annahme die Thatsache einfach gefolgert.«

Daraus sieht man z. B., dass die Parallelität und Gleichheit der Eigenschaften aller kleinsten Theilchen eines Krystalles für den Verf. dieses Referates, Herrn J. von Braun, nicht nur keine feststehende Thatsache, welche durch Beobachtung bis zu den Grenzen der mikroskopischen Sichtbarkeit festgestellt werden kann (ob der Herr Referent wohl jemals die optische Untersuchung einer Krystallplatte ausgeführt hat?), sondern nur eine blosse »Behauptung« und zwar eine »uncontrolirbare« ist.

Jedenfalls wird durch diese »statt« und »im Gegensatz« die Behauptung aufgestellt, dass der Referent, d. h. Herr J. von Braun, im Gebiete der Symmetrielehre ebenso wie in der kritischen Erforschung der Grundbegriffe der Krystallographie wenigstens zweimal so viel geschaffen hat, als der Verf. des »Cursus«, und somit sich für vollberechtigt fühlt, dem Letzteren vorzuschreiben, auf welche Weise derselbe die Krystallographie zu behandeln hat.

Nun, es sei dem so!

mancher Hinsicht andere Theorien der Krystallographie mit Vortheil zu ersetzen bestimmt ist.

Ich erlaube mir diese Abhandlung mit einer wörtlichen Uebersetzung eines Auszuges aus dem Kapitel III meiner II. analytischen krystallographischen Studie zu beginnen, welche, obgleich nichts wesentlich Neues enthaltend, uns doch als Ausgangspunkt weiterer Betrachtungen dienen wird.

»§ 12. Seit Weiss wird in der Krystallographie unter Zone ein Büschel von in parallelen Kanten einander schneidenden möglichen Krystallflächen verstanden. Die strenge Durchführung des zwischen Flächen und Kanten bestehenden Dualismus macht es erforderlich, unter dem Namen »Kantenzone« auch ein Büschel von Kanten, welche einer einzigen möglichen Fläche parallel sind, zu verstehen.

Falls drei Flächen p, p' und p'' tautozonal sind, so ist

$$\mathrm{Sin}\,(PP'P'')\ \mathrm{Sin}\,(x_1 x_2 x_3) = \begin{vmatrix} \cos(Px_1) & \cos(Px_2) & \cos(Px_3) \\ \cos(P'x_1) & \cos(P'x_2) & \cos(P'x_3) \\ \cos(P''x_1) & \cos(P''x_2) & \cos(P''x_3) \end{vmatrix} = 0.$$

In Anbetracht der Gleichungen (8) II. Kap.[1]) finden wir:

$$\begin{vmatrix} p_1 & p_2 & p_3 \\ p_1' & p_2' & p_3' \\ p_1'' & p_2'' & p_3'' \end{vmatrix} = 0. \qquad (1)$$

Da aber die drei Zonenflächen als sämmtlich von einander verschieden angenommen werden, so besteht keine directe Proportionalität unter den Gliedern verschiedener Reihen, und folglich muss die Linearrelation bestehen:

$$\begin{aligned} ap_1 + a'p_1' + a''p_1'' &= 0 \\ ap_2 + a'p_2' + a''p_2'' &= 0 \\ ap_3 + a'p_3' + a''p_3'' &= 0 \end{aligned} \qquad (2)$$

Falls drei Kanten r, r' und r'' tautozonal sind, so ist

$$\mathrm{Sin}\,(rr'r'')\ \mathrm{Sin}\,(X_1 X_2 X_3) = \begin{vmatrix} \cos(rX_1) & \cos(rX_2) & \cos(rX_3) \\ \cos(r'X_1) & \cos(r'X_2) & \cos(r'X_3) \\ \cos(r''X_1) & \cos(r''X_2) & \cos(r''X_3) \end{vmatrix} = 0.$$

In Anbetracht der Gleichungen (10) II. Kap.[2]) finden wir:

$$\begin{vmatrix} r_1 & r_2 & r_3 \\ r_1' & r_2' & r_3' \\ r_1'' & r_2'' & r_3'' \end{vmatrix} = 0. \qquad (1')$$

Da aber die drei Zonenkanten als sämmtlich von einander verschieden angenommen werden, so besteht keine directe Proportionalität unter den Gliedern verschiedener Reihen, und folglich muss die Linearrelation bestehen:

$$\begin{aligned} Ar_1 + A'r_1' + A''r_1'' &= 0 \\ Ar_2 + A'r_2' + A''r_2'' &= 0 \\ Ar_3 + A'r_3' + A''r_3'' &= 0 \end{aligned} \qquad (2')$$

1) Welche lauten: $p_1 : p_2 : p_3 = \frac{\cos(Px_1)}{\cos(Ox_1)} : \frac{\cos(Px_2)}{\cos(Ox_2)} : \frac{\cos(Px_3)}{\cos(Ox_3)}$, wo x_1, x_2, x_3 die Richtungen der krystallographischen Axen bedeuten, P die Normale zur Fläche $p(p_1 p_2 p_3)$ und O die Normale zur Fläche (111).

2) Welche lauten: $r_1 : r_2 : r_3 = \frac{\cos(rX_1)}{\cos(oX_1)} : \frac{\cos(rX_2)}{\cos(oX_2)} : \frac{\cos(rX_3)}{\cos(oX_3)}$, wo X_1, X_2, X_3 die Normalen zu den Flächen (100), (010) und (001) bedeuten, r die Kante $[r_1 r_2 r_3]$ und o die Kante [111].

oder

$$\begin{aligned} b_1 p_1 + b_2 p_2 + b_3 p_3 &= 0 \\ b_1 p_1' + b_2 p_2' + b_3 p_3' &= 0 \qquad (3) \\ b_1 p_1'' + b_2 p_2'' + b_3 p_3'' &= 0. \end{aligned}$$

Diese Gleichungen (3) sind nichts Anderes, als die Zonengleichung (1a) Kap. II, indem die Coëfficienten b proportional sind den Indices der Zonenaxe.

Deshalb wollen wir die Gleichungen (2) näher interpretiren. Schreiben wir dieselben in der Form:

$$\frac{ap_1}{ap_2} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{a'p_1' + a''p_1''}{a'p_2' + a''p_2''}, \qquad (2a)$$
$$ap_3 \quad p_3 \quad a'p_3' + a''p_3''$$

so finden wir, dass jede Zonenfläche p aus zwei anderen p' und p'' vermittelst der Relation $\frac{a'}{a''}$ abgeleitet werden kann. Deswegen darf diese Relation als Symbol der betreffenden Zonenfläche angenommen werden. Solche Symbole wollen wir als Zonensymbole bezeichnen[1]).

Die Relation $a : a' : a''$ ist leicht aus jedem Paar der Gleichungen (2) zu entnehmen. So folgt aus den beiden ersten:

$$a : a' : a'' = \begin{vmatrix} p_1' p_1'' \\ p_2' p_2'' \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} p_1'' p_1 \\ p_2'' p_2 \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} p_1 p_1' \\ p_2 p_2' \end{vmatrix} = (p'p'')_3 : (p''p)_3 : (pp')_3 .$$

Auf analoge Weise folgt aus der zweiten und dritten Gleichung:

$$a : a' : a'' = (p'p'')_1 : (p''p)_1 : (pp')_1$$

und aus der dritten und ersten Gleichung:

$$a : a' : a'' = (p'p'')_2 : (p''p)_2 : (pp')_2$$

oder

$$\begin{aligned} B_1 r_1 + B_2 r_2 + B_3 r_3 &= 0 \\ B_1 r_1' + B_2 r_2' + B_3 r_3' &= 0 \qquad (3') \\ B_1 r_1'' + B_2 r_2'' + B_3 r_3'' &= 0. \end{aligned}$$

Diese Gleichungen (3′) sind nichts Anderes, als die Zonengleichung (1a) Kap. II, indem die Coëfficienten B proportional sind den Indices der Zonenfläche.

Deshalb wollen wir die Gleichungen (2′) näher interpretiren. Schreiben wir dieselben in der Form:

$$\frac{Ar_1}{Ar_2} = \frac{r_1}{r_2} = \frac{A'r_1' + A''r_1''}{A'r_2' + A''r_2''}, \qquad (2a')$$
$$Ar_3 \quad r_3 \quad A'r_3' + A''r_3''$$

so finden wir, dass jede Zonenkante r aus zwei anderen r' und r'' vermittelst der Relation $\frac{A'}{A''}$ abgeleitet werden kann. Deswegen darf diese Relation als Symbol der betreffenden Zonenkante angenommen werden Solche Symbole wollen wir als Zonensymbole bezeichnen[1]).

Die Relation $A : A' : A''$ ist leicht aus jedem Paar der Gleichungen (2′) zu entnehmen. So folgt aus den beiden ersten:

$$A : A' : A'' = \begin{vmatrix} r_1' r_1'' \\ r_2' r_2'' \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} r_1'' r_1 \\ r_2'' r_2 \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} r_1 r_1' \\ r_2 r_2' \end{vmatrix} = (r'r'')_3 : (r''r)_3 : (rr')_3 .$$

Auf analoge Weise folgt aus der zweiten und dritten Gleichung:

$$A : A' : A'' = (r'r'')_1 : (r''r)_1 : (rr')_1$$

und aus der dritten und ersten Gleichung:

$$A : A' : A'' = (r'r'')_2 : (r''r)_2 : (rr')_2$$

1) Herr Th. Liebisch (Geometrische Krystallographie S. 32) spricht von ihnen als von den »sogenannten Parametern«, was mir unzutreffend scheint.

oder verallgemeinert:

$$a : a' : a'' = (p'p'')_i : (p''p)_i : (pp')_i \quad (i = 1, 2, 3). \quad (4)$$

Somit erhalten wir rationelle Zonensymbole der Flächen, welchen alle Bedeutungen von $-\infty$ bis $+\infty$ (also von $|\bar{1}0|$ bis $|10|$) zukommen. So z. B., wenn die Flächen p und p' als Ausgangsflächen gewählt werden, besitzt die Fläche p'' das Symbol $|(p'p'')_i\,(p''p)_i|$. Im Besonderen erhalten wir

für d. Fl. $(p_1 p_2 p_3)$ das Symbol $|10|$,
- - - $(p_1' p_2' p_3')$ - - $|01|$,
- - - $(p_1 \pm p_1' . p_2 \pm p_2' . p_3 \pm p_3')$ - $|1\bar{1}|$
u. s. w.

Die zwei letzten Zonenflächen in Bezug auf die Ausgangsflächen werden als die krystallonomischen Abstumpfungen[1]) bezeichnet; z. B. für die Flächen (100) und (010) werden die krystallonomischen Abstumpfungen die Flächen (110) und ($1\bar{1}0$); sind aber die beiden letzten als Ausgangsflächen gewählt, so sind die beiden ersten die krystallonomischen Abstumpfungen, und erhalten die Zonensymbole $|11|$ und $|\bar{1}1|$.

oder verallgemeinert

$$A : A' : A'' = (r'r'')_i : (r''r)_i : (rr')_i \quad (i = 1, 2, 4). \quad (4')$$

Somit erhalten wir rationelle Zonensymbole der Kanten, welchen alle Bedeutungen von $-\infty$ bis $+\infty$ (also von $|\bar{1}0|$ bis $|10|$) zukommen. So z. B., wenn die Kanten r und r' als Ausgangskanten gewählt werden, besitzt die Kante r'' das Symbol $|(r'r'')_i\,(r''r)_i|$. Im Besonderen erhalten wir:

für die K. $(r_1 r_2 r_3)$ das Symbol $|10|$,
- - - $(r_1' r_2' r_3')$ - - $|01|$,
- - - $(r_1 \pm r_1' . r_2 \pm r_2' . r_3 \pm r_3')$ - $|1\bar{1}|$
u. s. w.

Die zwei letzten Zonenkanten in Bezug auf die Ausgangskanten werden als die krystallonomischen Abstumpfungen bezeichnet; z. B. für die Kanten [100] und [010] werden die krystallonomischen Abstumpfungen die Kanten [110] und [$1\bar{1}0$]; sind aber die beiden letzten als Ausgangskanten gewählt, so sind die beiden ersten die krystallonomischen Abstumpfungen, und erhalten die Zonensymbole $|11|$ und $|\bar{1}1|$.

§ 13. In der projectiven Geometrie wird der Beweis dafür geführt, dass die Doppelverhältnisse der zugeordneten eindeutig projectiven Gebilde gleich sind. Sind A, B, C und D vier Elemente eines geometrischen Gebildes, so wird das Doppelverhältniss kurz durch das Symbol $(ABCD)$ bezeichnet, welches die Relationen ausdrückt: 1) wenn diese Gebilde die Punkte einer Reihe sind, $\frac{AC.BD}{AD.BC} = \frac{AC}{AD} : \frac{BC}{BD} = \frac{AC}{BC} : \frac{AD}{BD}$; 2) wenn diese Gebilde die Strahlen eines Büschels sind, $\frac{\sin(AC)\,\sin(BD)}{\sin(AD)\,\sin(BC)}$; 3) wenn diese Gebilde die Ebenen eines Büschels sind, so wird das Doppelverhält-

1) Vergl. z. B. Junghann, Studien über die Geometrie der Krystalle (N. Jahrb. f. Min. etc. 1882, **1**. Beil.-Bd.). Ref. diese Zeitschr. **9**, 94.

niss dem Falle 2 analog ausgedrückt mit dem Unterschiede, dass A, B . . . jetzt nicht mehr Strahlen (Gerade), sondern Ebenen sind; ebenso wird der Beweis dafür geliefert, dass die projectiven Gebilde in die sogenannte perspectivische Lage gestellt werden können. Zwei projective Punktreihen erhalten diese Lage, wenn die die zugeordneten Punkte verbindenden Geraden zusammen ein Strahlenbüschel bilden, und von diesem Büschel wird ebenso gesagt, dass dasselbe sich in perspectivischer Lage in Bezug auf die beiden Punktreihen befindet. Denken wir ein Flächenbüschel (Zone im krystallographischen Sinne des Wortes) derart durch Strahlenbüschel bestimmt, dass die gemeinsame Schnittgerade durch den Scheitelpunkt des Strahlenbüschels hindurchgeht, ebenso wie jede seiner Ebenen durch den zugeordneten Strahl des Büschels, so wird auch von diesem Flächenbüschel gesagt, es befinde sich in perspectivischer Lage mit beiden Grundreihen, ebenso wie mit dem Strahlenbüschel. Zwei Strahlenbüschel befinden sich in perspectivischer Lage, wenn deren zugeordnete Strahlen sich in Punkten einer Punktreihe schneiden, in Bezug auf welche beide perspectivisch sind. Endlich sind zwei Ebenenbüschel in perspectivischer Lage, wenn die zugeordneten Ebenen sich in den Strahlen eines Strahlenbüschels schneiden, in Bezug auf welches beide perspectivisch sind.

Diese Sätze der projectiven Geometrie sind für die Krystallographie von grosser Tragweite, da man es hier stets mit den genannten projectivischen Gebilden zu thun hat. So z. B. wenn die von vier Flächen einer Zone (Flächenbüschel) bestimmten Winkel bekannt sind, so können wir diesen Sätzen gemäss den dritten Winkel zwischen den Schnittgeraden dieses Büschels durch eine Ebene bestimmen, wenn zwei davon bekannt sind. Auch umgekehrt, sind die von vier Kanten einer Zone (Strahlenbüschel) bestimmten Winkel bekannt, so können wir den dritten Flächenwinkel einer in Bezug auf die Kantenzone perspectivischen Flächenzone bestimmen, wenn zwei Winkel dieser Zone bekannt sind.

Die Bedeutung dieser Sätze für die krystallographischen Rechnungen wird noch dadurch besonders gesteigert, dass, wie eben bewiesen wurde, die Doppelverhältnisse von vier Kanten ebenso wie von vier Flächen einer Zone rational sind, wodurch die Rechnung in bedeutendem Grade einfacher wird. Diese Bedeutung tritt noch anschaulicher hervor, nachdem dargelegt wurde, auf welche Weise vermittelst der Symbole von vier Flächen (resp. Kanten) einer Zone das Doppelverhältniss sich bestimmen lässt.

§ 14. Denken wir, dass in der durch die Ausgangsflächen p und p' bestimmten Zone die Fläche p'' durch das Zonensymbol $|aa'|$ und die Fläche p''' durch das Zonensymbol $|aa_1|$ ausgedrückt werden.

Denken wir, dass in der durch die Ausgangskanten r und r' bestimmten Kantenzone die Kante r'' durch das Zonensymbol $|bb'|$ und die Kante r''' durch das Zonensymbol $|bb'|$ ausgedrückt werden.

Dann ist

$$|aa'| = \frac{a}{a'} = \frac{(p'p'')_i}{(p''p)_i} \text{ und}$$

$$|aa_1| = \frac{a}{a_1} = \frac{(p'p''')_i}{(p'''p)_i}.$$

In Anbetracht der Relationen (8) Kap. II[1]) und unter Anwendung der entsprechenden Abkürzungen finden wir:

$$\frac{a}{a'} = \frac{q'}{q} \frac{\cos(Ox_i)[\cos(P'x)\cos(P''x)]_i}{\cos(Ox_i)[\cos(P''x)\cos(Px)]_i} =$$

$$= \frac{q'}{q} \frac{\sin(P'P'')\sin(x_k x_l)\cos(rX_i)}{\sin(P''P)\sin(x_k x_l)\cos(rX_i)} =$$

$$= \frac{q'}{q} \frac{\sin(P'P'')}{\sin(P''P)}, \quad (5)$$

wo r die Zonenkante bedeutet.

Ganz analog findet man:

$$\frac{a}{a'} = \frac{q'}{q} \frac{\sin(P'P''')}{\sin(P'''P)}. \quad (5a)$$

Aus (5) und (5a) folgt weiter:

$$\frac{a}{a_1} : \frac{a}{a'} = \frac{a'}{a_1} = \frac{\sin(P''P)\sin(P'P''')}{\sin(P'P'')\sin(P'''P)} =$$

$$= \frac{\sin(PP'')\sin(P'P''')}{\sin(P'P'')\sin(PP''')} = (pp'p''p'''). \quad (6)$$

Bezeichnen wir der Kürze wegen dieses Doppelverhältniss durch $\mathfrak{D}$, so erhalten wir

$$\mathfrak{D} = \frac{\sin(PP'')\sin(PP''' - PP')}{\sin(PP'' - PP')\sin(PP''')} =$$

$$= \frac{\operatorname{cotg}(PP') - \operatorname{cotg}(PP''')}{\operatorname{cotg}(PP') - \operatorname{cotg}(PP'')}. \quad (6a)$$

Formel (6a) lässt einfach einen Zonenwinkel berechnen, wenn beide anderen und die Grösse $\mathfrak{D}$ bekannt sind ($\mathfrak{D}$ lässt sich berechnen, wenn sämmtliche Symbole der Zonenflächen gegeben sind).

Dann ist

$$|bb'| = \frac{b}{b'} = \frac{(r'r'')_i}{(r''r)_i} \text{ und}$$

$$|bb_1| = \frac{b}{b_1} = \frac{(r'r''')_i}{(r'''r)_i}.$$

In Anbetracht der Relationen (10) Kap. II[1]) und unter Anwendung der entsprechenden Abkürzungen finden wir:

$$\frac{b}{b'} = \frac{Q'}{Q} \frac{\cos(oX_i)[\cos(r'X)\cos(r''X)]_i}{\cos(oX_i)[\cos(r''X)\cos(rX)]_i} =$$

$$= \frac{Q'}{Q} \frac{\sin(r'r'')\sin(X_k X_l)\cos(Px_i)}{\sin(r''r)\sin(X_k X_l)\cos(Px_i)} =$$

$$= \frac{Q'}{Q} \frac{\sin(r'r'')}{\sin(r''r)}, \quad (5')$$

wo P die Normale zur Zonenfläche bedeutet.

Ganz analog findet man:

$$\frac{b}{b_1} = \frac{Q'}{Q} \frac{\sin(r'r''')}{\sin(r'''r)}. \quad (5a')$$

Aus (5') und (5a') folgt weiter:

$$\frac{b}{b_1} : \frac{b}{b'} = \frac{b'}{b_1} = \frac{\sin(r''r)\sin(r'r''')}{\sin(r'r'')\sin(r'''r)} =$$

$$= \frac{\sin(rr'')\sin(r'r''')}{\sin(r'r'')\sin(rr''')} = (rr'r''r'''). \quad (6')$$

Bezeichnen wir der Kürze wegen dieses Doppelverhältniss durch $\mathfrak{d}$, so erhalten wir:

$$\mathfrak{d} = \frac{\sin(rr'')\sin(rr''' - rr')}{\sin(rr'' - rr')\sin(rr''')} =$$

$$= \frac{\operatorname{cotg}(rr') - \operatorname{cotg}(rr''')}{\operatorname{cotg}(rr') - \operatorname{cotg}(rr'')}. \quad (6a')$$

Formel (6a') lässt einfach einen Zonenwinkel berechnen, wenn beide anderen und die Grösse $\mathfrak{d}$ bekannt sind ($\mathfrak{d}$ lässt sich berechnen, wenn sämmtliche Symbole der Zonenkanten gegeben sind).

1) Vergl. diese Zeitschr. **21**, 698.

Sind, umgekehrt, sämmtliche drei Winkel gegeben und nur drei von den vier Symbolen der Zonenflächen, so findet man vermittelst (6a) die Grösse $\mathfrak{D}$, und dann besteht für das vierte Symbol die Relation:

$$\mathfrak{D} = \frac{(p'p''')_i\,(p''p)_i}{(p'''p)_i\,(p'p'')_i}.$$

Sind, umgekehrt, sämmtliche drei Winkel gegeben und nur drei von den vier Symbolen der Zonenkanten, so findet man vermittelst (6a') die Grösse $\mathfrak{d}$, und dann besteht für das vierte Symbol die Relation:

$$\mathfrak{d} = \frac{(r'r''')_i\,(r''r)_i}{(r'''r)_i\,(r'r'')_i}.$$

Aus den angegebenen Relationen ist leicht die zwischen dem Krystallflächen- (resp. Kanten-)complex und einer Zone (gleichgültig ob Flächenzone oder Zone schlechthin oder Kantenzone) bestehende nahe Analogie einzusehen, und wir widmen dieser Seite unserer Untersuchung zuerst unsere Beachtung.

Die Zone kann als ein specieller Complex betrachtet werden.

Dieser wird im allgemeinsten Falle durch zwei Constanten bestimmt (anstatt fünf für den Complex schlechthin).

Dieser specielle Complex bleibt derselbe, welche zwei seiner Flächen als Ausgangsflächen und welche als deren krystallonomische Abstumpfung angenommen wird (darin besteht die Analogie mit dem allgemeinen Complex, für welchen wir ebenso beliebig vier Flächen, von welchen keine drei tautozonal sind, zu Ausgangsflächen wählen können).

Die Zonensymbole werden durch zwei ganze Zahlen ausgedrückt (analog dem aus drei ganzen Zahlen bestehenden Symbol des allgemeinen Complexes).

Die verschiedenen Formen und Ausdrücke des Gesetzes der Rationalität der Doppelverhältnisse haben ihre Analoga in respectiven Ausdrücken für die Zonen.

Wir können z. B. dieses Gesetz verschiedenartig vermittelst dreier krystallographischer Axen zum Ausdruck bringen. In Bezug auf die Zonen braucht man dabei nur zwei Axen.

Wir können dasselbe auch verschiedenartig als rationale Doppelverhältnisse der trigonometrischen Functionen von den durch vier Richtungen bestimmten Winkeln ausdrücken. Dasselbe gilt, wie eben angegeben, auch für die Zonen, wenn man dabei nur drei Richtungen berücksichtigt[1]).

[1]) Auch in Bezug auf die geometrischen Constanten ist es sehr leicht, die sehr nahe Analogie zwischen vollständigem Complex und einer Zone aufzuweisen.

Die trikline Syngonie wird durch fünf, die monokline durch drei, die rhombische durch zwei, die tetragonale und hexagonale durch eine und die kubische durch keine empirische Constante charakterisirt.

Ebenso wird die schiefe Zone durch zwei, die orthogonale durch eine und die isotrope Zone durch keine empirische Constante charakterisirt.

Diesem Satze liegt folgende Bedeutung bei.

Das Gesetz der Projectivität der Complexe, welches nur die Unabhängigkeit dieser Doppelverhältnisse von den Symmetrieverhältnissen behauptet, bleibt für die Complexe beider Art gleich genau anwendbar.

Wir wollen diese Analogie weiter verfolgen, um auf Grund derselben die einfachste Operation der Zonenentwickelung abzuleiten.

Auch hier kann von einer scheinbaren Symmetrie der Zone die Rede sein. Dieselbe kann als ditetragonal-pyramidal angenommen werden mit der Symmetriegrösse 8 (anstatt der hexakisoktaëdrischen Symmetrie des allgemeinen Complexes mit der Symmetriegrösse 48).

Die Entwickelung der Zone reducirt sich dann auf denjenigen Theil derselben, welcher durch |10| und |11| eingeschlossen ist. Auch hier unterscheiden wir vom Standpunkte der scheinbaren Symmetrie zweierlei Formen: a) die allgemeinen mit 8 Flächen, deren Indices $p_1 p_2|$ sind, wo $p_1 > p_2$ und beide keinesfalls gleich sind, und b) die speciellen Formen mit 4 Flächen, entsprechend den Indices |10| und |11|.

Auf analoge Weise kann auch hier von der Ordnungszahl der betreffenden Form die Rede sein. Diese Ordnungszahl muss eine Function der Indices darstellen, welche für die speciellen Formen verschwindet. Also ist diese Ordnungszahl $(p_1 - p_2) p_2 = z$.

Es giebt nur eine einzige allgemeine Form I. Ordnung, welche durch die Relation $(p_1 - p_2) p_2 = 1$ bestimmt sind. Diese Form ist also |21|, welche sich als krystallonomische Abstumpfung der beiden speciellen Formen erweist.

Die einfachste und consequenteste Methode der weiteren Entwickelung der Zone wäre dann die Ableitung immer neuer und neuer krystallonomischer Abstumpfungen. Dadurch entstehen die Perioden in der Formenentwickelung, und wir erhalten folgende Reihe der Formen.

I. Periode.

Nur die speciellen Formen: |10|, |01|; |11|; |$\bar{1}$1|.

Eine Zone kann überhaupt vollständig entwickelt werden, wenn z. B. zwei Ausgangsflächen (vergl. weiterhin) und eine Fläche erster Ordnung gegeben sind. Darin liegt die möglichst einfache Entwickelung zu Grunde.

Die erste Ausgangsfläche erhalte das Symbol |01|, die zweite das Symbol |10| und die Fläche erster Ordnung das Symbol |11|. Sind diese drei Flächen bekannt, so sind leicht die Winkelverhältnisse sämmtlicher anderer Zonenflächen zu bestimmen.

In dem Falle der schiefen Zone müssen die beiden von diesen Flächen gebildeten Winkel gegeben werden; in dem Falle der orthogonalen Zone ist es genügend, wenn ein einziger Winkel zwischen |01| und |11| gegeben ist; dabei ist der Winkel zwischen |01| und |10| ein rechter.

In dem Falle der isotropen Zone braucht man keinen Winkel durch die Erfahrung zu bestimmen. Jeder ersten Ausgangsfläche der gegebenen Zone gehört ein schon voraus bekannter charakteristischer Winkel zwischen |01| und |11| an.

II. Periode.

Nur die allgemeinen Formen: $|21|$ und $|12|$, $|\bar{2}1|$, $|\bar{1}2|$.

III. Periode.

Nur die allgemeinen Formen: $|31|$, $|32|$, $|23|$, $|13|$, $|\bar{1}3|$, $|\bar{2}3|$, $|\bar{3}2|$, $|\bar{3}1|$.

IV. Periode.

Nur die allgemeinen Formen: $|41|$, $|52|$, $|53|$, $|43|$, $|34|$, $|35|$, $|25|$, $|14|$, $|\bar{1}4|$ und so fort.

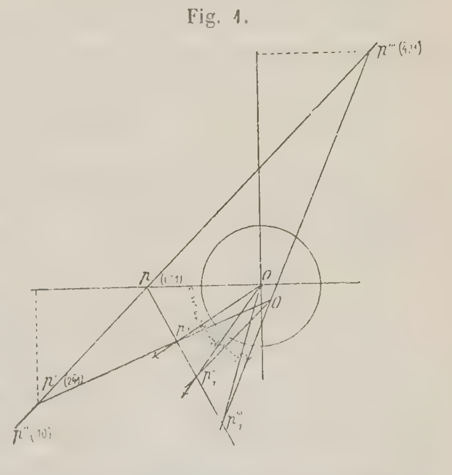
Jetzt steht uns bevor, die einfachste Methode der wirklichen Zonenentwickelung zu finden. Es empfiehlt sich dabei natürlich nicht die Rechnungsmethode (welche übrigens durch die oben angegebenen und allen Krystallographen gut bekannten Formeln gegeben ist), sondern eine graphische, rasch auszuführende Methode.

Es sind solche schon früher angegeben worden. Eine sehr einfache Methode rührt sogar von Hessel (1829) her, und basirt auf dem von Demselben als Gerengesetz bezeichneten Gesetze. Nach dieser Methode lassen sich immer neue und neue Flächen dadurch bestimmen, dass man stets neue und neue Parallelogramme construirt.

Wenn man darauf ausgeht, zugleich direct die Indices der neu abzuleitenden Flächen zu bestimmen, so kann man sich der in Nr. IV der analytisch-krystallographischen Studien (Berg-Journal 1887, Kapitel V, Tafel I, Fig. 3) angegebenen Methode bedienen, welche ich hier zu reproduciren mir erlaube.

Es ist folgende (auf Anorthit sich beziehende) Aufgabe zu lösen:

Gegeben drei tautozonale Flächen $p = (0\bar{2}1)$, $p' = (2\bar{4}1)$ und $p'' = (1\bar{1}0)$ und die Winkelgrössen $(pp') = 31^0 46'$, $(p'p'') = 21^0 28'$ und $(p''p''') = 19^0 22'$. Gesucht die Indices von p'''.


Fig. 1.

Wir wollen (Fig. 1) vorläufig den Krystall als einen kubischen ansehen, und demgemäss finden wir direct in gnomonischer Projection die Lage der Flächen p, p' und p''. Von der centralen Geraden Op ausgehend, ziehen wir unter den gegebenen Winkeln drei andere Geraden Op_1', Op_1'' und Op_1'''. Durch den Punkt p ziehen wir eine willkürlich genommene Gerade, welche die vorigen in den Punkten p_1', p_1'' und p_1''' schneidet. Nun verbinden wir respective p' mit p_1' und p'' (welcher unendlich entfernt ist) mit p_1'' und somit erhalten wir den Schnittpunkt O'. Dann bleibt nur übrig,

diesen Punkt mit p_1''' zu verbinden und bis zum Schnittpunkte p''' zu verlängern, und man erhält direct die gesuchten Indices von $p''' = (\bar{4}21)$.

Man sieht, dass diese graphische Auflösung auf dem Gesetze der Projectivität der Complexe fusst und die oben erwähnten Sätze über die perspectivische Lage der projectiven Gebilde benutzt.

Wären sämmtliche vier Punkte p, p', p'' und p''', d. h. die Indices dieser Flächen und noch zwei Winkel pp' und $p'p''$ gegeben, und werde der Winkel $p''p'''$ gesucht, so sieht man leicht aus der Fig. 1, dass zur Lösung der Aufgabe nur eine sehr geringe Modification erforderlich ist, und zwar muss man, nachdem der Schnittpunkt O' gefunden ist, denselben mit p''' durch eine Gerade verbinden, welche die Gerade pp_1' in dem Punkte p_1''' schneidet. Verbindet man p_1''' mit dem Centrum (Punkt O), so erhält man direct den gesuchten Winkel.

Da uns aber die Lösung von Aufgaben bevorsteht, in welchen keine Zonenflächen durch bestimmte Symbole ausgezeichnet sind, so ergiebt sich die angegebene Auflösung, wie anziehend dieselbe auch erscheint, als nicht anwendbar.

Deshalb wollen wir uns direct an die oben gegebenen Formeln (6) und (6') anlehnen.

Sind sämmtliche von den gegebenen Flächen p, p', p'' und p''' gebildete Winkel bekannt, so haben wir es mit dem Doppelverhältniss

$$\mathfrak{D} = \frac{\sin(p\,p''')}{\sin(p'p''')} : \frac{\sin(p\,p'')}{\sin(p'p'')}$$

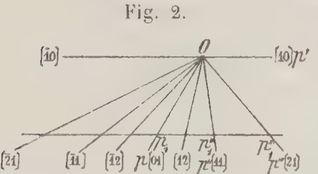
zu thun. Schneiden wir dieses Strahlenbüschel durch eine der Geraden p' parallele Gerade, so erhalten wir vier Schnittpunkte, von welchen der eine unendlich entfernt ist, und die dadurch bestimmte Punktreihe ist in Bezug auf das Strahlenbüschel perspectivisch.

Also $$\mathfrak{D} = \frac{p_1 p_1'''}{p_1' p_1'''} : \frac{p_1 p_1''}{p_1' p_1''}.$$

Da aber $p_1'p_1'''$ und $p_1'p_1''$ gleich ∞ sind, so reducirt sich dieses Doppelverhältniss auf das einfache

$$\mathfrak{D} = p_1 p_1''' : p_1 p_1''.$$

Fig. 2.



Da aber $\mathfrak{D}$ zugleich dem Zonensymbol gleich ist, so sind die Indices den Längen $(p_1 p_1''')$ und $(p_1 p_1'')$ direct proportional, von welchen $p_1 p_1''$ gleich 1 angenommen werden muss.

Dadurch erhalten wir eine höchst einfache Entwickelung der Zone auf graphischem Wege, welche durch Fig. 2 illustrirt wird.

Nun wenden wir uns zu einer anderen Reihe von Fragen, und zwar zu denjenigen über die Symmetrie der Zonen.

Wir müssen aber von Anfang an betonen, dass die Symmetrie der Complexe, welche durch Zonen vertreten sind, keineswegs zugleich die Symmetrie des Krystalles selbst ist. Die Krystalle können Polarität besitzen, d. h. in ihren Eigenschaften in direct entgegengesetzten Richtungen Verschiedenheiten zeigen. Für Complexe überhaupt und für Zonen im Besonderen ist dies ganz unzulässig.

Um aber der Zweideutigkeit und Unbestimmtheit vorzubeugen, ist es empfehlenswerth, die betreffende Symmetrie durch eine besondere Benennung auszuzeichnen; wir wollen sie als eine complexiale Symmetrie bezeichnen, und als solche kommt dieselbe zu unserer Untersuchung[1]).

In dem allgemeinen Falle der schiefen Zone haben wir keinen Anlass, von irgend welchen symmetrischen Verhältnissen zu reden, da sämmtliche in dem Complexe vertretene Winkel verschieden sind; und nicht nur verschieden, sondern auch veränderlich (z. B. von der Temperaturänderung abhängig), so dass, wenn zufällig bei einer Temperatur wir im Stande gewesen wären, die Gleichheit von irgend welchen zwei Zonenwinkeln zu constatiren, dies doch als eine vorübergehende Erscheinung anzusehen wäre, da schon bei anderer Temperatur die Gleichheit nicht mehr bestünde.

Daraus folgt, dass hier nur von solcher Winkelgleichheit (in der Aeusserung der complexialen Symmetrie) die Rede sein kann, welche bei der Temperaturänderung fortbesteht.

Dies ist gerade für orthogonale Zonen der Fall, wo trotz der Veränderlichkeit der Winkel überhaupt die Rechtwinkligkeit zweier Flächen wesentlich und von der Temperatur unabhängig ist.

Nun wird sofort der Beweis geliefert, dass gerade diese Zonen complexiale Symmetrie besitzen, und zwar die rhombopyramidale Symmetrie.

Um dies zu beweisen, brauchen wir nur die Zone zu entwickeln.

Es seien p und p' zwei senkrechte Flächen, denen resp. die Symbole $|01|$ und $|10|$ zukommen; p'' sei die dritte bestimmende Fläche $|11|$ (Fig. 3).

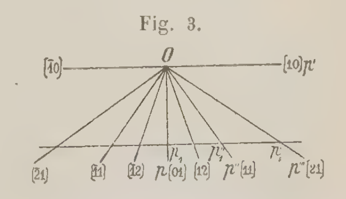


Fig. 3.

Nun finden wir, dass bei der Entwickelung der Zone wir stets die in Bezug auf p symmetrischen Flächenpaare erhalten, wie z. B. $|11|$ und $|\bar{1}1|$ und überhaupt $|p_1 p_2|$ und $|\bar{p}_1 p_2|$. Somit ergiebt sich

---

1) Aus dem Weiteren wird ersichtlich, dass die in Bezug auf complexiale Symmetrie gezogenen Schlüsse ihre volle Kraft auch für alle anderen physikalischen Eigenschaften der Ellipsoidgruppe behalten.

der gesuchte Beweis von selbst. Da aber auch die Fläche p' dieselbe Rolle spielt, so kommen wir zu einer ganz bestimmten Symmetrieart.

Also besitzen die orthogonalen Zonen rhombopyramidale complexiale Symmetrie.

Wie an anderem Orte gezeigt wurde, giebt es ausser schiefen und orthogonalen Zonen nur noch eine besondere Zonenart, und zwar die isotropen Zonen, für welche die Formel

$$\operatorname{tang}(pq) = \frac{k \cdot \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + r_3^2}}{p_1 q_1 + p_2 q_2 + p_3 q_3} = \frac{k}{l} \sqrt{z} \tag{A}$$

gültig ist, wo p und q zwei beliebige Zonenflächen sind, $r(r_1 r_2 r_3)$ die Zonenaxe und k der Polfactor (also eine ganze Zahl) ist. Es wurde ebenfalls gezeigt, wie man zur Auffindung der unter der Wurzel stehenden Zahl, d. h. dem Parameter der Zone, kommt, wenn der Winkel pq gegeben ist.

Aber mit der Bestimmung von z kommt man zugleich zur eindeutigen Bestimmung der Relation $\frac{k}{l}$. Mit der Aenderung des Werthes dieser Relation ändert sich auch der Winkel (pq); dem constanten Verhältniss $\frac{k}{l}$ gehört, im Gegentheil, ein und derselbe Winkel an.

Beide ganze Zahlen k und l können wir aber beliebig nehmen, nur kann k nicht gleich Null sein.

Die Bedeutung dieser beiden Factoren wird durch die folgenden Formeln gegeben.

Wir haben
$$p_1 q_1 + p_2 q_2 + p_3 q_3 = l$$
$$p_1 r_1 + p_2 r_2 + p_3 r_3 = 0.$$

Bezeichnen wir die Determinante $\begin{vmatrix} q_1 & q_2 \\ r_1 & r_2 \end{vmatrix}$ durch $\varDelta_3$, so finden wir

$$p_1 \varDelta_3 = \begin{vmatrix} l - p_3 q_3 & q_2 \\ -p_3 r_3 & r_2 \end{vmatrix} = (l - p_3 q_3)\, r_2 + p_3 q_2 r_3$$

und
$$p_2 \varDelta_3 = \begin{vmatrix} q_1 & l - p_3 q_3 \\ r_1 & -p_3 r_3 \end{vmatrix} = -(l - p_3 q_3)\, r_1 - p_3 q_1 r_3.$$

Ausserdem haben wir noch $p_1 q_2 - p_2 q_1 = k r_3$.

Also

$$(l - p_3 q_3)\, q_2 r_2 + p_3 q_2^2 r_3 + (l - p_3 q_3)\, q_1 r_1 + p_3 q_1^2 r_3 = k r_3 \varDelta_3.$$

Bezeichnen wir $q_1^2 + q_2^2 + q_3^2$ durch Q, so finden wir

$$p_3 \{r_3 (q_1^2 + q_2^2) - r_2 q_2 q_3 - r_1 q_1 q_3\} = k r_3 \varDelta_3 - l(q_1 r_1 + q_2 r_2)$$

oder
$$p_3 \{r_3 (Q - q_3^2) + r_3 q_3^2\} = p_3 r_3 Q = k r_3 \varDelta_3 + l q_3 r_3$$

oder endlich
$$p_3 = \frac{k \varDelta_3 + l q_3}{Q}.$$

Analog finden wir $p_2 = \frac{k\Delta_2 + lq_2}{Q}$

und $p_1 = \frac{k\Delta_1 + lq_1}{Q}$,

endlich $p_1 : p_2 : p_3 = k\Delta_1 + lq_1 : k\Delta_2 + lq_2 : k\Delta_3 + lq_3$. (B)

Nun ist leicht einzusehen, dass $\Delta_1 : \Delta_2 : \Delta_3$ nichts anderes ist als die Relation der Indices der zu q senkrechten Zonenfläche, und dann ersieht man in Anbetracht der Formel (2a) (S. 559), dass $\frac{k}{l}$ das Zonensymbol der Fläche p ist, und als Ausgangsflächen der Zone erscheinen die Fläche q und die zu ihr senkrechte Fläche Δ.

Aus der Formel (B) ersehen wir, dass, welche Fläche q auch als Ausgangsfläche der Zone genommen wird, stets ein und derselbe Cyclus von Winkeln erhalten wird, da dieser Cyclus der Formel (A) gemäss durch den rationalen Bruch $\frac{k}{l}$ bestimmt wird. Würden auch in verschiedenen Fällen die Zahlen k und l verschiedene Werthe erhalten, bleibt nur das Verhältniss dieser Zahlen dasselbe, so bildet die Fläche p denselben Winkel mit q, wie auch die letzte ausgewählt werden konnte.

Somit ist aber ein sehr wichtiger, auf isotrope Zonen bezüglicher Satz bewiesen worden: Die Axe jeder isotropen Zone ist eine complexiale Symmetrieaxe von unendlich grosser Zähligkeit (Rotationsaxe).

Ausserdem, wie schon früher bewiesen worden, und auch jetzt durch Rechtwinkligkeit der Zonenflächen q und Δ, von welchen eine ganz beliebig aus dem Complex herausgenommen ist, bestätigt wird, ist jeder Zonenfläche der isotropen Zonen eine zu ihr senkrechte Zonenfläche zugeordnet. In Anbetracht des für orthogonale Zonen gegebenen Beweises heisst das jetzt, dass jede Zonenfläche der isotropen Zonen eine complexiale Symmetrieebene ist.

Daraus folgt der Schluss von selbst, dass jede isotrope Zone die complexiale conische Symmetrie[1]) besitzt.

In der Formel (B) spielen die Coëfficienten nicht die gleiche Rolle, indem l und nicht k gleich Null gesetzt werden kann[2]). Infolge dessen können wir unter beiden Ausgangsflächen q und Δ unterscheiden, und $q = |01|$ als erste und $\Delta = |10|$ als zweite Ausgangsfläche bezeichnen. Man sieht, dass die zweite sich sogar aus der ersten ableiten lässt, indem man l gleich

1) Ueber conische, biconische und sphärische Symmetriearten vergl. Elemente der Gestaltenlehre § 54. Da hier die Zonenaxe nothwendigerweise senkrecht zu einer Fläche des Complexes steht, so würde eigentlich die complexiale Symmetrie die biconische sein.

2) Streng genommen drückt die Gleichheit $k = 0$ nur aus, dass die betreffende Fläche mit der ersten Ausgangsfläche identisch ist.

Null setzt, und gerade $l = 0$ ist die Gleichung, welche die Rechtwinkligkeit beider Flächen bedeutet.

Die Gleichung (B) ist die Gleichung der Zone, welche aus zwei Flächen, von denen die eine und zwar $q(q_1 q_2 q_3)$ beliebig gewählt wird und die andere $\Delta(\Delta_1 \Delta_2 \Delta_3)$ zu derselben senkrecht steht, als aus zwei Ausgangsflächen entwickelt werden kann; $|kl|$ ist dabei das Zonensymbol jeder entwickelten Fläche.

Solche Zonenentwickeluug leidet aber an dem Uebelstande, dass die abgeleiteten Indices gemeinsame Factoren besitzen können und demgemäss keine wirklichen Indices darstellen. Dieser Uebelstand kann selbst dann bestehen, wenn zur ersten Ausgangsfläche eine solche ausgewählt wird, für welche die Indices durch die für die gegebene Zone geringsten Zahlen vertreten sind.

Zum Beispiel für die Zone [431] ist solche durch geringste Zahlen vertretene Zonenfläche $(0\bar{1}3)$; die zu derselben senkrechte Fläche ist $2(5\bar{6}\bar{2})$, und die Gleichung (B) wird

$$p_1 : p_2 : p_3 = k \cdot 10 + l \cdot 0 : k \cdot \bar{1}\bar{2} + l \cdot \bar{1} : k \cdot \bar{4} + l \cdot 3$$

und dann erhält man für die relativ sehr einfachen Indices $(\bar{1}04)$ das sehr complicirte Zonensymbol $|kl| = (\bar{1}) \cdot (12)$, aus welchem dieselben Indices in der Form $(\bar{1}\bar{0} \cdot 0 \cdot 40)$ sich ergeben.

Um diesen Uebelstand zu beseitigen, können wir derselben Zonengleichung eine andere Form verschaffen, indem wir als Hauptausgangsflächen diejenigen mit den einfachsten Indices wählen.

Es seien diese beiden Flächen $q(q_1 q_2 q_3)$ und $q'(q_1' q_2' q_3')$, welchen die Zonenindices $|01|$ und $|10|$ zukommen.

Also ist:

$$p_1 : p_2 : p_3 = mq_1' + nq_1 : mq_2' + nq_2 : mq_3' + nq_3. \qquad (B')$$

In dem eben in Betracht gezogenen Beispiele wird $q_1 = (0\bar{1}3)$ und $q_1' = (\bar{1}04)$, und somit die Gleichung (B'):

$$p_1 : p_2 : p_3 = -m : -n : 4m + 3n.$$

Für die Zonenentwickelung erhalten wir nun:

I. Periode.

$|01| = (0\bar{1}3)$; $|10| = (\bar{1}04)$; $|11| = (\bar{1}\bar{1}7)$; $|\bar{1}1| = (1\bar{1}\bar{1})$.

II. Periode.

$|21| = (\bar{2}\cdot\bar{1}\cdot 11)$; $|12| = (\bar{1}\cdot\bar{2}\cdot 10)$; $|\bar{2}1| = (2\bar{1}5)$; $|\bar{1}2| = (1\bar{2}2)$.

III. Periode.

$|31| = (\bar{3}\cdot\bar{1}\cdot 15)$; $|13| = (\bar{1}\cdot\bar{3}\cdot 13)$; $|\bar{3}1| = (3\bar{1}\bar{9})$; $|\bar{1}3| = (1\bar{3}5)$ u. s. f.

Wir ersehen daraus die ganz natürliche Zonenentwickelung[1]). Dazu

[1]) d. h. eine solche, in welcher keine entwickelten Indices gemeinschaftliche Factoren besitzen.

gehören aber die Zonenindices $|mn|$ und nicht $|kl|$. Nun ist es aber leicht, die ersten durch die zweiten auszudrücken und umgekehrt.

Wir können also die Hauptausgangsflächen als solche definiren, welchen die natürliche Zonenentwickelung entspricht, und die entsprechenden Zonenindices können wir ebenfalls als natürliche ansehen und definiren.

Somit ist die Aufgabe gestellt, die durch directe Winkelmessung bestimmten Indices $|kl|$ durch die natürlichen $|mn|$ zu ersetzen.

In Anbetracht dessen, dass die erste Hauptausgangsfläche q durch die Indices $(0\overline{r_3}r_2)$ und die zweite Hauptausgangsfläche q' durch die Indices $(\overline{r_3}0r_1)$ ausgedrückt werden, berechnen wir:

$$m : n = -k(r_2^2 + r_3^2) : kr_1r_2 + lr_3 \tag{C}$$

und auch umgekehrt

$$k : l = -mr_3 : mr_1r_2 + n(r_2^2 + r_3^2). \tag{C'}$$

Falls das gegebene Symbol der Zone in seinem Ausdrucke eine Symmetrie aufweist, kann es geschehen, dass zwei oder sogar mehr Flächenpaare sich gleichwerthig erweisen, so dass in der Auswahl der Hauptausgangsflächen eine Unbestimmtheit vorliegt.

Für die Zone $[aab]$, wo $a > b$, haben wir die gleichwerthigen Hauptausgangsflächen $(0\bar{b}a)$ und $(\bar{b}0a)$.

Zum Beispiel für die Zone [221] erhalten wir folgenden natürliche Zonenentwickelung:

I. Periode.

$|01| = (0\bar{1}2)$; $|10| = (\bar{1}02)$; $|11| = (\bar{1}\bar{1}4)$; $|\bar{1}1| = (1\bar{1}0)$.

II. Periode.

$|21| = (\bar{2}\bar{1}6)$; $|12| = (\bar{1}\bar{2}6)$; $|\bar{2}1| = (2\bar{1}\bar{2})$; $|\bar{1}2| = (1\bar{2}\bar{2})$ u. s. w.

Für die Zone $[abb]$, wo $a > b$, haben wir die schon nicht mehr gleichwerthigen Hauptausgangsflächen $(0\bar{1}1)$ und $(\bar{b}0a)$.

Zum Beispiel für die Zone [211] erhalten wir folgende natürliche Zonenentwickelung:

I. Periode.

$|01| = (0\bar{1}1)$; $|10| = (\bar{1}02)$; $|11| = (\bar{1}\bar{1}3)$; $|\bar{1}1| = (1\bar{1}\bar{1})$.

II. Periode.

$|21| = (\bar{2}\bar{1}5)$; $|12| = (\bar{1}\bar{2}4)$; $|\bar{2}1| = (2\bar{1}\bar{3})$; $|\bar{1}2| = (1\bar{2}0)$ u. s. w.

Hier sehen wir, dass die Fläche $|\bar{1}2|$ mit $|10|$ gleichwerthig ist und also mit derselben vertauscht werden kann.

Es giebt nur eine einzige Zone mit noch höherer Symmetrie in ihrem äusseren Ausdrucke, und zwar die Zone [111], für welche sämmtliche drei Indices gleichwerthig sind.

Für dieselben sind $(0\bar{1}1)$, $(\bar{1}01)$ und $(\bar{1}10)$ gleichberechtigt, und jedes Paar derselben darf ganz beliebig als Paar der Hauptausgangsflächen angenommen werden.

Also nur beispielsweise erhalten wir folgende Zonenentwickelung:

I. Periode.

$|01| = (0\bar{1}1)$; $|10| = (\bar{1}01)$; $|11| = (\bar{1}\bar{1}2)$; $|\bar{1}1| = (1\bar{1}0)$.

II. Periode.

$|21| = (\bar{2}\bar{1}3)$; $|12| = (\bar{1}\bar{2}3)$; $|\bar{2}1| = (2\bar{1}\bar{1})$; $|\bar{1}2| = (1\bar{2}1)$ u. s. f.

Jede Zone wird durch drei Flächen resp. zwei Winkel bestimmt. Für diese die Zone bestimmenden Winkel wären am zweckmässigsten diejenigen zu nehmen, welche, in natürlichen Zonensymbolen ausgedrückt, die Winkel unter $|01|$ und $|11|$, wie unter $|11|$ und $|10|$ untereinander bilden.

Wir wollen diese Winkel als charakteristische Zonenwinkel bezeichnen.

Nun ist klar, dass für die isotropen Zonen diese Winkel von vornherein zu bestimmen sind, und zwar nach der bekannten Formel $\tang \alpha = \frac{k}{l}\sqrt{\varkappa}$. Wir berechnen leicht $k = r_3$, $l = r_3^2 + r_2(r_1 + r_2)$ (und $\varkappa$ ist bekanntlich $r_1^2 + r_2^2 + r_3^2$ gleich) für den ersten und $k = r_3$, $l = r_3^2 + r_1(r_1 + r_2)$ für den zweiten charakteristischen Winkel.

Zum Beispiel für eine tetragonal-isotrope Zone ($\varkappa = 1$) erhalten wir für diese Winkel $\tang \alpha_1 = 1$ und $\tang \alpha_2 = 1$ (indem die Hauptausgangsflächen die Flächen (010) und (001) sind). Diese Winkel sind also 45° und 45°.

Für eine hexagonal-isotrope Zone ($\varkappa = 3$) erhalten wir für diese Winkel $\tang \alpha_1 = \frac{1}{3}\sqrt{3}$ und $\tang \alpha_2 = \frac{1}{3}\sqrt{3}$ (diese Winkel sind also 30° und 30°).

Für die Zone [110] ($\varkappa = 2$) erhalten wir für diese Winkel (indem als Hauptausgangsflächen (001) und $(1\bar{1}0)$ auftreten) $\tang \alpha_1 = \sqrt{2}$, $\tang \alpha_2 = \frac{1}{2}\sqrt{2}$. Diese beiden Winkel sind natürlich zu $\pi/2$ complementär.

Für die Zone [321] ($\varkappa = 14$) erhalten wir für diese Winkel $\tang \alpha_1 = \frac{1}{11}\sqrt{14}$ und $\tang \alpha_2 = \frac{1}{16}\sqrt{14}$ (sie sind also respective 18° 47′ 10″ und 13° 9′ 45″).

Für die Zone [221] ($\varkappa = 9$) erhält man als charakteristische Winkel die beiden gleichen Winkel 18° 26′ 6″.

Obgleich die Zone mit der tetragonal-isotropen Zone wesentlich identisch ist, so ist sie doch durch ihre besonderen eigenthümlichen charakteristischen Winkel, ihre natürlichen Ausgangsflächen $(0\bar{1}2)$ und $(10\bar{2})$ und ihre natürliche Zonenentwickelung von allen übrigen Zonen verschieden. Von diesem Standpunkte aus sind keineswegs alle Zonen identisch, für welche $\varkappa$ ein volles Quadrat ist.

Auch umgekehrt, ist aus der directen Messung ein einziger Winkel bekannt, so können wir nicht nur die Zonenindices (wie dies in dem Beitrage zur Syngonielehre gezeigt wurde), sondern mit einer bedeutenden Wahrscheinlichkeit die Indices der beiden zur Messung gelangten Flächen

bestimmen. Wir können eigentlich die Relation $k:l$ bestimmen, aber der Formel (C) gemäss werden auch die natürlichen Indices $|mn|$ der betreffenden Zonenfläche ermittelt, indem eine davon als erste Hauptausgangsfläche $01| = (0\bar{r}_3 r_2)$ angenommen wird.

Da aber, auf dem Syngonie-Ellipsoidgesetze fussend, wir behaupten können, dass wir denselben Winkel in Bezug auf jede beliebige Zonenfläche treffen können, so ist die genannte Bestimmung der Indices nur als die wahrscheinlichste zu bezeichnen, indem vorausgesetzt wird, dass der einen von beiden zur Messung gelangten Flächen wirklich die wichtigste Rolle in der Zone zukommt, d. h. dieselbe durch die einfachsten Indices ausgedrückt werden muss.

Wollen wir einige Beispiele betrachten.

Es ist der Winkel $46^0 54' 41''$ zwischen den Flächen (421) und (20$\bar{1}$) gegeben worden[1]).

Der Parameter der Zone ist gleich 14 gefunden, und folglich sind deren Indices gleich [321].

Die erste Hauptausgangsfläche ist also $q = (0\bar{1}2)$ und die zweite Ausgangsfläche ist $\varDelta = (\bar{5}63)$ (welche also keine Hauptausgangsfläche ist).

Nach der Formel (A) berechnet man $\frac{k}{l} = \frac{2}{7}$ (da $\tan^2 46^0 54' 41'' = \frac{56}{49} = \frac{2^2 \cdot 14}{7^2}$. Daraus findet man nach der Formel (B) $p_1 : p_2 : p_3 = 2 \cdot \bar{5} + 7 \cdot 0 : 2 \cdot 6 + 7 \cdot \bar{1} : 2 \cdot 3 + 7 \cdot 2 = (\bar{2}14)$ (was gerade dem Symbole der gemessenen Fläche entspricht).

Zieht man die beiden gefundenen Flächen in Betracht, welche der gemessenen Zone angehören und den gegebenen Winkel unter sich bilden, d. h. die Flächen (0$\bar{1}$2) und ($\bar{2}$14), so kann man aus deren Indices direct die Werthe k und $l = p_1 q_1 + p_2 q_2 + p_3 q_3$ berechnen, und man findet wirklich $k = 2$ und $l = 7$.

Da aber diese Zone isotrop ist, so darf als Ausgangsfläche jede andere Zonenfläche angenommen werden, also kann eine solche ganz beliebig gewählt werden.

Nehmen wir z. B. als erste Ausgangsfläche die Fläche ($\bar{5}$63), welche eben als die zweite Hauptausgangsfläche sich ergab, dann findet man natürlich als die zweite Ausgangsfläche die Fläche 14 (0$\bar{1}$2), welche eben die Rolle der ersten Hauptausgangsfläche gespielt hat. Nun berechnet man für die gemessene Fläche nach der Formel

$$p_1 : p_2 : p_3 = 2 \cdot 0 + 7 \cdot \bar{5} : 2 \cdot \overline{14} + 7 \cdot 6 : 2 \cdot 28 + 7 \cdot 3$$

das Symbol ($\bar{5}$.2.11), also schon ein viel complicirteres. Aus den beiden Symbolen ($\bar{5}$63) und ($\bar{5}$.2.11) berechnet man noch $k = 20$ und $l = 70$.

---

1) Das Beispiel ist dieser Zeitschr. 28, 50 entnommen.

Das Verhältniss $\frac{k}{l}$ bleibt für die gegebene Fläche natürlich dasselbe, aber die beiden Zahlen k und l steigen in hohem Grade.

Nehmen wir beliebig für die erste Ausgangsfläche die Fläche $(10\bar{3})$, so lässt sich die zweite als $2(3\bar{5}1)$ berechnen. Setzt man diese Werthe in die Formel (B), so erhält man:

$$p_1 : p_2 : p_3 = 7 \cdot 1 + 2 \cdot 6 : 7 \cdot 0 + 2 \cdot \bar{1}\bar{0} : 7 \cdot \bar{3} + 2 \cdot 2.$$

Das gesuchte Symbol ist also $(\bar{1}\bar{9}.20.17)$. Daraus berechnet man wieder $k = 20$, $l = 70$.

Dieses Beispiel bietet das specielle Interesse dar, dass denselben Relationen von k und l, falls dieselben nicht durch die einfachst möglichen Zahlen vertreten sind, verschiedene Combinationen von Ausgangsflächen entsprechen können.

Aus diesen Beispielen ersieht man jedenfalls, welche theoretische und praktische Bedeutung dem oben angegebenen Satze zukommt, nach welchem jede isotrope Zone biconische Symmetrie besitzt.

Fassen wir die gewonnenen Resultate in Bezug auf sämmtliche Zonen respective in Bezug auf den vollständigen Krystallflächencomplex zusammen, so erhalten wir ein complexiales Symmetriegesetz, welches kurz als Syngonie-Ellipsoidgesetz bezeichnet werden soll.

In den Krystallen der kubischen Syngonie sind bekanntlich sämmtliche Zonen isotrop.

Folglich sind sämmtliche Zonenaxen die Rotationsaxen derjenigen Oberfläche, durch welche die Vertheilung der Flächen und Kanten des Complexes dargestellt wird. Sämmtliche Schnitte dieser Oberfläche sind Kreisschnitte; sämmtliche Flächen des Complexes sind Symmetrieebenen.

Diese Oberfläche ist also die Sphäre, und die complexiale Symmetrie der kubischen Krystalle ist die sphärische.

Gerade hierzu gehören drei Zonen [100], in welchen die höchste scheinbare Symmetrie durch die wirkliche vertreten werden kann.

In den Krystallen der tetragonalen Syngonie ist bekanntlich nur eine Zone [001] tetragonal-isotrop (Parameter 1). Sämmtliche anderen Zonen sind orthogonal.

Folglich giebt es in dem Krystalle nur eine einzige ausgezeichnete Richtung [001], welche die Rotationsaxe als complexiale Symmetrieaxe besitzt, und sämmtliche durch dieselbe hindurchgehenden möglichen Flächen sind Symmetrieebenen. Ausserdem ist die Fläche (001) die complexiale Symmetrieebene, und sämmtliche ihr parallelen Kanten sind complexiale zweizählige Symmetrieaxen. Das letzte ist directe Folgerung aus einem bekannten Satze der Symmetrielehre, nach welchem die zweizählige Symmetrieaxe das resultirende Symmetrieelement von zwei zu einander senkrechten Symmetrieebenen ist.

Nach allen diesen Eigenschaften lässt sich das hierzu gehörende Ellipsoid als Rotationsellipsoid charakterisiren mit der Rotationsaxe [001] (obgleich dieselben noch nicht genügend erscheinen, um den Beweis zu liefern, dass die betreffende Oberfläche wirklich ein Ellipsoid ist).

Hierzu gehört eine einzige Zone [001], in welcher die höchste scheinbare Symmetrie durch die wirkliche vertreten werden kann.

In den Krystallen der hexagonalen Syngonie ist bekanntlich nur eine einzige Zone [111] hexagonal-isotrop (Parameter 3). Sämmtliche anderen Zonen sind orthogonal.

Daraus können wir die dem vorigen Falle ganz analogen Schlüsse ziehen und das Syngonie-Ellipsoid ebenfalls als Rotationsellipsoid charakterisiren, aber mit der Rotationsaxe [111].

In diesem Falle kann keine der drei Zonen [100] die höchste Symmetrie wirklich besitzen, welche der höchsten scheinbaren Symmetrie der Zonen entspricht. Aber man sieht, dass gerade in diesem Falle die sechszählige (also auch die dreizählige) wirkliche Symmetrieaxe zulässig ist, welche als scheinbare Symmetrieaxe speciell die Zone [111] charakterisirt.

In den Krystallen der rhombischen Syngonie giebt es orthogonale Zonen, deren Axen den Flächen (100), (010) und (001) parallel sind. Für alle diese drei Flächen giebt es also eine gemeinsame complexiale Symmetrieebene, welche zugleich complexiale Symmetrieebene des vollständigen Complexes ist. Da aber rechtwinkelige Symmetrieebenen sich in zweizählige Symmetrieaxen schneiden, so giebt es folglich drei solche complexiale Symmetrieaxen, und zwar die Axen [100], [010] und [001].

Dadurch wird das Syngonie-Ellipsoid der rhombischen Krystalle charakterisirt.

Hier bleibt aber nur noch ein Umstand zu besprechen. Jedes dreiaxige Ellipsoid besitzt zwei Kreisschnitte, und solche Complexe würden in dem Complexe isotrope Zonen bedingen. Nun ist einleuchtend, dass dies nur dann der Fall sein kann, wenn die Kreisschnitte wirklich dem Complexe resp. die Normalen den möglichen Kanten angehören, d. h. krystallographisch mögliche Flächen sind. Für rhombische Krystalle ist dies aber nicht der Fall, da diese Flächen zu den veränderlichen gehören, welche von der relativen Grösse der Ellipsoidaxen abhängen; diese aber ändern sich mit der Temperatur.

In den Krystallen der monoklinen Syngonie giebt es nur eine einzige Reihe von orthogonalen Flächenzonen, und zwar diejenigen, deren Axen parallel der Fläche (010) liegen, und eine einzige Reihe von Kantenzonen, und zwar diejenigen, deren Flächen parallel der Axe [010] stehen.

Demgemäss giebt es eine einzige gemeinsame complexiale Symmetrieebene der Zonen und zugleich des vollständigen Complexes, und zwar die

Fläche (010), und eine einzige gemeinsame complexiale zweizählige Symmetrieaxe, und zwar die Axe [010].

Dadurch wird die Orientirung des Syngonie-Ellipsoids bestimmt, und zwar demselben Gesetze folgend, wie dies für andere physikalische Eigenschaften dieser Gruppe der Fall ist.

Was endlich die Krystalle der triklinen Syngonie betrifft, so giebt die Vertheilung der hier ausschliesslich vertretenen schiefen Zonen keine Anhaltspunkte für die Bestimmung der Orientirung des Syngonie-Ellipsoids. Dasselbe gilt bekanntlich auch für Ellipsoide anderer physikalischer Eigenschaften.

Eine andere wichtige Folgerung des Syngonie-Ellipsoidgesetzes, welche als Gesetz der Zuordnung der Flächen und Kanten jedes gegebenen Complexes bezeichnet werden kann, wurde schon viel früher vom Verf. eingehend besprochen und fand durch die von demselben aufgestellten Projectivitätsgleichungen ihren Ausdruck und wichtige Anwendung für krystallographische Berechnungen.

Diese Projectivitätsgleichungen sind:

für die Flächen

$$\frac{p_1'}{\frac{p_2'}{p_3'}} = \frac{a_1 p_1 + a_2 p_2 + a_3 p_3}{\frac{a_4 p_2 + a_5 p_3}{p_3}}, \qquad \text{(A)}$$

wo $p(p_1 p_2 p_3)$ die gegebene Fläche des Complexes und deren Indices bedeuten, und p_1', p_2', p_3' die sogenannten projectiven Indices derselben Fläche, und für die Kanten

$$\frac{r_1'}{\frac{r_2'}{r_3'}} = \frac{a_4 r_1}{\frac{-a_2 r_1 + a_1 r_2}{(a_2 a_5 - a_3 a_4) r_1 - a_1 a_5 r_2 + a_1 a_4 r_3}}, \qquad \text{(B)}$$

wo $r[r_1 r_2 r_3]$ die gegebene Kante des Complexes und deren Indices bedeuten, und r_1', r_2', r_3' die sogenannten projectiven Indices derselben Kante.

Die Zuordnung erweist sich durch die Gleichheit der respectiven Indices. Sind also die Zahlenverhältnisse $p_1 : p_2 : p_3$ und $r_1 : r_2 : r_3$ einander gleich, so sind doch die durch die projectiven Indices bestimmten Raumlagen dieser Fläche (eigentlich der Normale dazu) und Kante nicht die gleichen (d. h. nicht gleich sind die Lagen der Kante und der Flächennormale).

Bezeichnen wir die Axe [001] des Complexes durch C, die in der Fläche (100) befindliche Normale zu derselben durch B und die Normale zur Fläche BC durch A, so haben wir

$$p_1' : p_2' : p_3' = \cos(pA) : \cos(pB) : \cos(pC)$$

und

$$r_1' : r_2' : r_3' = \cos(rA) : \cos(rB) : \cos(rC).$$

Wie gesagt, ist diese Zuordnung durch das Ellipsoidgesetz ausgedrückt (wie dies ganz umständlich in I und III der analytisch-krystallographischen Studien

des Verfassers dargelegt wurde), indem die zugeordneten Flächen und Kanten sich als die conjugirten Diameter und Ebenen des Ellipsoides erweisen.

Die Axen dieses Syngonieellipsoides werden dadurch charakterisirt, dass die conjugirten Elemente zu einander senkrecht stehen. In diesem speciellen Falle sind also nicht nur die Indices dieser Elemente, sondern auch ihre Lagen die gleichen, d. h. für diesen speciellen Fall besteht auch die Gleichheit der projectiven Indices. Bezeichnen wir diese besonderen Richtungen durch $d(d_1 d_2 d_3)$, so finden wir als die sie bestimmenden Gleichungen

$$\frac{a_1 d_1 + a_2 d_2 + a_3 d_3}{a_4 d_2 + a_5 d_3} = \frac{a_4 d_1}{-a_2 d_1 + a_1 d_2} \quad \text{(C)}$$
$$\frac{a_4 d_2 + a_5 d_3}{d_3} = \frac{-a_2 d_1 + a_1 d_2}{(a_2 a_5 - a_3 a_4) d_1 - a_1 a_5 d_2 + a_1 a_4 d_3}.$$

Da von diesen drei Zahlen d_1, d_2, d_3 eine beliebig, z. B. $d_3 = 1$ angenommen werden kann, so enthält diese Relation zwei Gleichungen zwischen zwei unbekannten Grössen, welche durch dieselben sich bestimmen lassen. Diese zwei Gleichungen sind aber nicht der ersten, sondern der zweiten Ordnung, und deren (übrigens sehr complicirte) Auflösung giebt drei verschiedene Werthe für diese Zahlen.

Für trikline Krystalle sind diese Werthe sämmtlich irrational, und das bedeutet, dass weder die Axen des Syngonie-Ellipsoids noch die Hauptebenen desselben mögliche Kanten resp. Flächen des Complexes darstellen. Daraus kann wieder der Schluss gezogen werden, dass hier überhaupt wesentlich rechte Winkel vollständig fehlen, d. h. sämmtliche Zonen schiefe sind.

Für monokline Krystalle sind die Coëfficienten a_2 und a_5 gleich Null, und die Gleichungen (C) reduciren sich auf:

$$\frac{a_1 d_1 + a_3 d_3}{a_4 d_2} = \frac{a_4 d_1}{a_1 d_2} \quad \text{(D)}$$
$$\frac{a_4 d_2}{d_3} = \frac{a_1 d_2}{-a_3 a_4 d_1 + a_1 a_4 d_3}.$$

Nehmen wir $d_3 = 1$, so erhalten wir daraus:

$$(a_1 d_1 + a_3)(-a_3 a_4 d_1 + a_1 a_4) = a_4 d_1$$

oder
$$a_1 a_3 d_1^2 + (1 - a_1^2 + a_3^2) d_1 - a_1 a_3 = 0. \quad \text{(E)}$$

Die Auflösung giebt uns die beiden Wurzeln dieser quadratischen Gleichung d_1' und d_1''; weiter finden wir, dass die entsprechenden Werthe für d_2 nur gleich Null sein können. Zum Beweise können wir z. B. die zweiten Theile der Gleichungen (D) durch $(-a_3 a_4 d_1' + a_1 a_4)$ dividiren, und dann erhalten wir zwei Identitäten

$$1)\ a_2 d_1' + a_3 = \frac{a_4 d_1'}{-a_3 a_4 d_1' + a_1 a_4} \quad \text{und} \quad 2)\ a_4 d_2 = \frac{a_1}{-a_3 a_4 d_1' + a_1 a_4} d_2. \quad \text{(F)}$$

Die letzte Identität kann nur bei $d_2 = 0$ bestehen (weil die Coëfficienten dabei nicht die gleichen sind).

Für die Ellipsoidaxen erhalten wir also zwei Relationen:

$$d_1' : 0 : 1 \quad \text{und} \quad d_1'' : 0 : 1.$$

Die dritte Ellipsoidaxe wird dann von selbst als $0:1:0$ bestimmt.

Für rhombische Krystalle wird noch $a_3 = 0$, und daraus ergiebt sich von selbst der Schluss, dass die Ellipsoidaxen mit den drei senkrechten krystallographischen Axen coincidiren.

Für tetragonale Krystalle erhalten wir noch $a_1 = a_4$, und demgemäss wird das betreffende Ellipsoid zu einem Rotationsellipsoid.

Für hexagonale Krystalle sind folgende Projectivitätsgleichungen gültig[1]): für die Flächen

$$p_1' : p_2' : p_3' = ap_1 + p : ap_2 + p : ap_3 + p \quad (p = p_1 + p_2 + p_3)$$

und für die Kanten

$$r_1' : r_2' : r_3' = -(a+3)r_1 + r : -(a+3)r_2 + r : -(a+3)r_3 + r \, (r = r_1 + r_2 + r_3).$$

Die Gleichungen der Ellipsoidaxen werden also:

$$\frac{ad_1 + d}{ad_2 + d} = \frac{(a+3)\,d_1 - d}{(a+3)\,d_2 - d} \qquad (d = d_1 + d_2 + d_3).$$
$$\frac{ad_2 + d}{ad_3 + d} = \frac{(a+3)\,d_2 - d}{(a+3)\,d_3 - d}$$

Für sämmtliche solche Flächen und Kanten, für welche $d = d_1 + d_2 + d_3 = 0$, werden diese Gleichungen unbestimmt. Dieser Zone gehört also die Rotationsaxe des Ellipsoids an; folglich ist das Ellipsoid selbst ein Rotationsellipsoid. Da aber diese sämmtlichen Flächen der Zone [111] angehören, so ist die betreffende Zonenaxe zugleich die Rotationsaxe des Ellipsoids, und die Fläche (111) die zu ihr senkrechte Symmetrieebene des Ellipsoids.

Endlich erhalten wir als die Gleichungen der Ellipsoidaxen für kubische Krystalle die ganz unbestimmten Gleichungen

$$d_1 : d_2 : d_3 = d_1 : d_2 : d_3.$$

Das Ellipsoid reducirt sich somit auf eine Sphäre mit ganz unbestimmten Axen.

Jetzt wenden wir uns der Grundaufgabe der Syngonielehre zu und wollen zeigen, in wie hohem Grade sich die Auflösung dieser Aufgabe auf zonalem Wege und zwar auf Grund des Syngonie-Ellipsoidgesetzes erleichtern lässt.

Diese Aufgabe besteht bekanntlich in Folgendem: Es seien irgend vier Flächen gegeben, von welchen keine drei tautozonal sind; gesucht die Syngonieart des Complexes.

Wie in der Abhandlung »Beitrag zur Syngonielehre« gezeigt wurde, reducirt sich diese Aufgabe auf die Aufsuchung der orthogonalen resp. isotropen Zonen, falls solche wirklich vorhanden sind.

Nun aber ist in dieser Abhandlung auch gezeigt worden, dass jede von zwei besonderen Flächen einer orthogonalen ebenso wie jede Fläche einer isotropen Zone überhaupt Symmetrieebene ist. Somit kann die

1) Cursus der Krystallographie S. 196.

respective Aufgabe auch so lauten, dass eigentlich die Symmetrieebenen der gegebenen Zonen aufgesucht werden.

Entsprechend den in der Abhandlung »Neue Auffassung der Syngonie« eingeführten Definitionen können wir die verschiedenen Zonenarten noch folgendermassen charakterisiren:

unter einer schiefen Zone wird jede solche verstanden, in welcher sämmtliche Flächen (resp. Kanten) singuläre sind;

unter einer orthogonalen Zone wird jede solche verstanden, in welcher nur zwei besondere Flächen als singuläre auftreten und diese zugleich die untereinander senkrechten Symmetrieebenen der Zone sind;

unter einer isotropen Zone wird jede solche verstanden, welche keine singulären Flächen besitzt, sondern wo jede Zonenfläche in Bezug auf jede andere als Symmetrieebene eine ihr symmetrisch gleiche Fläche besitzt. In Bezug auf die Rotationsaxe der Zone sind die gleichen Flächen einer isotropen Zone in einer unendlichen Anzahl vorhanden.

Was speciell eine isotrope Zone betrifft, so ist dieselbe bekanntlich sehr einfach analytisch durch Prüfung der Rationalität der Function der $\tang^2$ zu constatiren. Wir können aber auch auf graphischem Wege verfahren. Sind drei Zonenflächen a, b und c gegeben, so wollen wir eine derselben (ganz beliebig welche), z. B. c, als Fläche {10} annehmen, und dann, dem Obigen gemäss, die Zone entwickeln, um sofort zu finden, dass die zu c senkrechte Fläche unbedingt eine rationale (d. h. Zonen-)Fläche ist. Dadurch wird der Isotropismus der Zone bestätigt.

Um aber die Zone als eine orthogonale zu bestimmen, müssen wir wenigstens eine der beiden Hauptausgangsflächen bestimmen.

Auf Grund des Satzes über Symmetrieebenen der orthogonalen Zone ist dies aber sehr einfach auf graphischem Wege zu erreichen. Man braucht nur die Zone zu entwickeln. Wenn, wie dies wirklich fast stets für natürliche Krystalle der Fall ist, die gegebenen drei Flächen durch relativ sehr einfache Indices bestimmt sind, so genügt im Allgemeinen die erste Periode seltener zwei Perioden und höchstens die dritte Periode der Entwickelung zu Stande zu bringen, um unter dieser Reihe der erhaltenen Flächenwinkel die gleichen aufzufinden und demgemäss direct eine (also zugleich auch die andere) Hauptfläche zu finden, was übrigens sehr leicht zu verificiren ist.

Wollen wir verschiedenartige Beispiele betrachten.

1. Beispiel. Es seien drei Flächen a, b und c gegeben mit gleichen Winkel 54^0[1]) ab und bc (Fig. 4).

Der Fläche a legen wir das Symbol {01}, der Fläche b das Symbol

1) Die Winkel sind immer nur mit graphischer Genauigkeit angegeben, also nicht genauer als bis auf $\frac{1}{4}$ Grad.

$|11|$ und der Fläche c das Symbol $|10|$ bei. Ziehen wir der Fläche c parallel eine Schnittgerade und führen die Zonenentwickelung aus. In diesem Falle genügt die erste Periode dieser Entwickelung, um die besonderen, zu einander senkrechten Symmetrieflächen $|11|$ und $|\bar{1}1|$ aufzufinden.

2. Beispiel. Die von den gegebenen Flächen gebildeten Winkel sind: $ab = 30^0$ und $bc = 31\frac{3}{4}^0$ (Fig. 5).

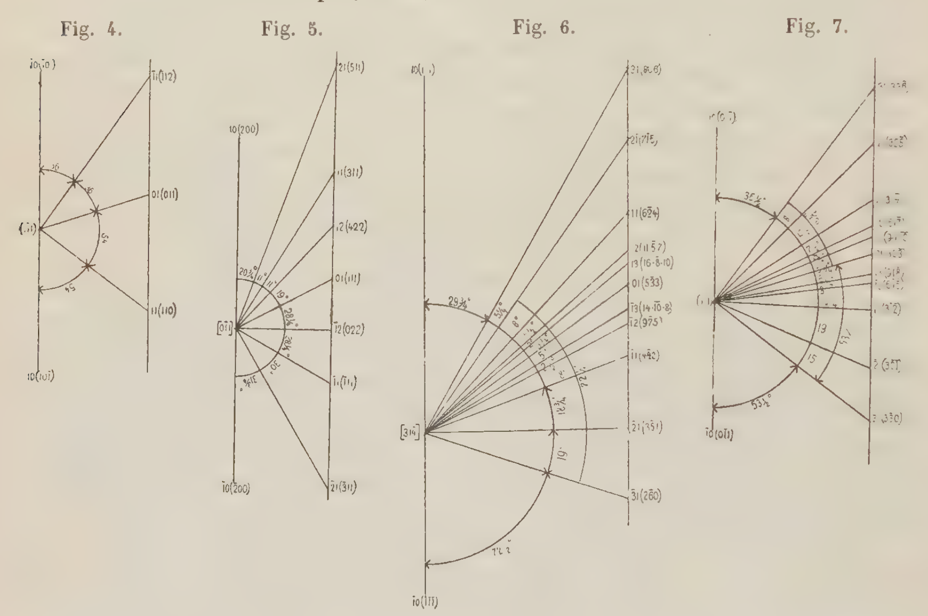


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

Nach der Ausführung der zweiten Periode der Zonenentwickelung kommen schon die besonderen Flächen dieser orthogonalen Zone scharf zum Ausdruck und zwar die Flächen $|\bar{1}2|$ und $|10|$.

3. Beispiel. Die beiden gegebenen Winkel sind $ab = 11\frac{1}{4}^0$ und $bc = 43^0$ (Fig. 6).

Erst nach dem Zustandekommen der dritten Periode der Zonenentwickelung findet man zwei gleiche Winkel $72\frac{1}{2}^0$, welche in der Figur besonders angemerkt worden sind. Dass diese Gleichheit nicht etwa zufällig (und zugleich nur annähernd) ist, davon kann man sich auf dem folgenden Wege vergewissern.

Als eine besondere Fläche der Zone erweist sich dabei die Fläche $|\bar{3}1|$. Nun zieht man die zu derselben senkrechte Ebene und dann findet man direct, dass derselben das Symbol $|71|$ zukommt. Folglich ist dieselbe wirklich eine Zonenfläche.

4. Beispiel. Die beiden gegebenen Winkel sind $ab = 15\frac{1}{2}^0$ und $bc = 57^0$ (Fig. 7).

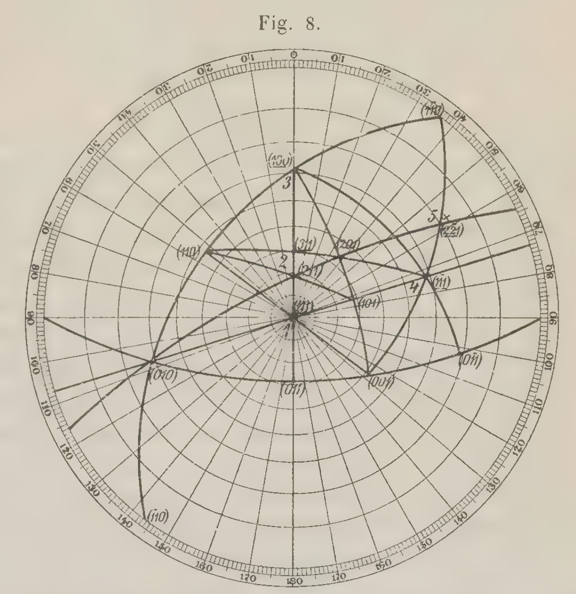
In diesem Falle erweist es sich wieder als nöthig, drei Perioden der Zonenentwickelung auszuführen, und dann findet man die gleichen Winkel, welche in der Figur besonders angegeben sind. Die beiden besonderen Flächen kommen dabei zum Vorschein, und zwar mit den Symbolen $|\bar{3}1|$ und $|31|$.

Aus diesen Beispielen, welche einem wirklichen Untersuchungsgange eines Krystalles entnommen sind, sieht man, dass bei noch höherer Periode der Zonenentwickelung es immer schwerer wird, sich in der Aufstellung der besonderen Flächen zu orientiren. Aber es wurden dabei absichtlich die complicirteren Fälle ausgewählt, da bei anderer Auswahl der Ausgangsflächen die Zonenentwickelung sich einfacher gestaltet hätte.

Die betreffenden Beispiele beziehen sich auf eine Beobachtungsreihe, welche schon früher (»Beitrag zur Syngonielehre«) zur Besprechung kam, und zwar auf die nach der Universalmethode bei willkürlicher Orientirung eines Zirkonsplitterchens ausgeführte Messungsreihe (Universalmethode in der Mineralogie und Petrographie in dieser Zeitschrift **21**, 657).

Jetzt wollen wir hier den Untersuchungsgang vollständig reproduciren, wie derselbe auf dem nunmehr zu betretenden Wege sich vollziehen lässt. Von Anfang an bis zum Abschlusse ist dieser Untersuchungsgang graphisch durchgeführt worden.

Fig. 8.



Zur Beobachtung sind fünf Flächen gelangt, welche in der Fig. 8 durch die Ziffern 1, 2, 3, 4 und 5 angegeben werden.

Es giebt eine Zone 1 2 3, welche unmittelbar entwickelt werden konnte, da von derselben drei Flächen zur Beobachtung kamen. Diese Entwickelung erfolgte in der Fig. 5, welche dem oben erwähnten 2. Beispiele entspricht. Die Zone erweist sich als eine orthogonale; dabei ist die Fläche 3 eine besondere, und die ihr zugeordnete andere besondere Fläche ist in der Fig. 9 als 6 angemerkt.

Für die zweite Zone wurde 1 5 ausgewählt und als Ausgangsflächen dieser Zone die Flächen 1 und die Schnittflächen 7 und 8 dieser Zone mit den Zonen 2 4 und 3 4 (Fig. 9).

Die Entwickelung dieser Zone ist in der Fig. 6 angegeben. Da auch diese Zone sich als orthogonale erweist, so wird dadurch zugleich nachgewiesen, dass die Syngonie des gegebenen Krystalles nur die tetragonale oder hexagonale sein kann. Als besondere Flächen dieser Zone erweisen sich diejenigen, welche durch 9 und 10 (Fig. 9) bezeichnet worden sind.

Fig. 9.

Jetzt ist nach diesen Angaben die isotrope Zone aufzufinden.

Zu diesem Zwecke kann man verschiedenartig verfahren.

Es ist die Bemerkung vorauszuschicken, dass von den beiden besonderen Flächen eine der isotropen Zone angehören muss, während die andere als Kantenzone betrachtet werden kann, wobei die gegebene Zonenkante als eine besondere dasteht und der anderen besonderen (also zu ersterer senkrechten) Zone auch die zur isotropen Zone senkrechte Fläche angehört.

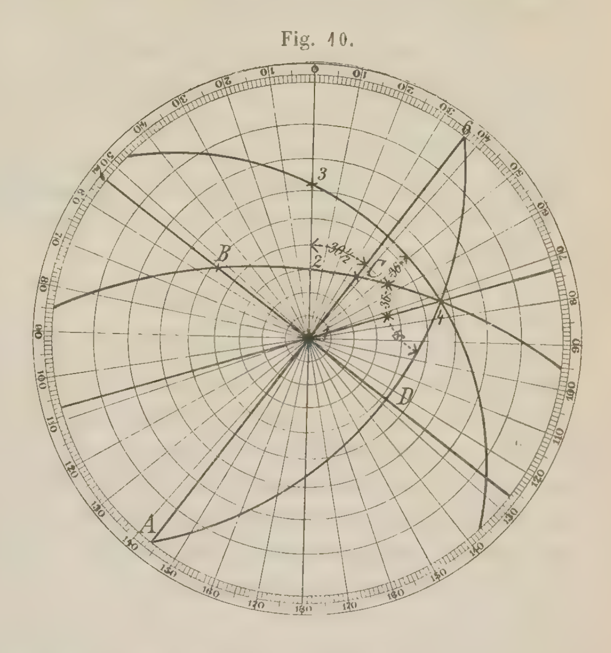
Es liegt also ob, zu bestimmen, welche von dem Flächenpaare 3 6 und von dem Flächenpaare 9.10 die zur isotropen Zone gehörenden Flächen sind (später erweist sich, dass diese Flächen 3 resp. 10 sind). Zieht man also in den Punkten 3 und 10 die senkrechten Grosskreisbögen, so schneiden sich dieselben in dem Pole der isotropen Zone, welcher durch *D* bezeichnet worden ist. Dazu gehört eigentlich die Entwickelung der Kantenzonen resp. die Bestimmung der von den Flächen 3, 6, 9 und 10 gebildeten Winkel, von welchen einer (und zwar der zwischen 3 und 10 liegende Winkel) auf den Isotropismus der Zone hinweisen muss und dabei zur Bestimmung des Parameters derselben führt.

Man kann aber auch einem anderen Wege folgen, nämlich diese Punkte 3, 6, 9 und 10 als die Pole nehmen und die entsprechenden (zugeordneten) Grosskreisbögen ziehen, welche sich in den Punkten *A*, *B*, *C* und *D* schneiden, von welchen einer der isotropen Zonenaxe angehört.

Nun wählt man ausserdem zwei Kantenzonen, indem man (Fig. 10) als solche z. B. die Flächen 1 und 4 auswählt. Die Entwickelung der ersten, welcher die Kanten 1 2, 1 5 und 1 4 angehören, ist in der Fig. 7 angegeben,

und die Entwickelung der zweiten, welcher die Kanten 4 1, 4 2, 4 3 angehören, in der Fig. 4. Als besondere Kanten der ersten Kantenzone erweisen sich 1 6 und 1 7; als besondere Kanten der zweiten Kantenzone erweisen sich die Kanten 4 2 und 4 6. Die entsprechenden Grosskreisbögen schneiden sich in den vier Punkten *A*, *B*, *C* und *D*. Vergleicht man diese Punkte mit den entsprechenden Punkten der Fig. 9, so findet man nur einen einzigen gemeinsamen Punkt, und zwar *D* in beiden Figuren. Der Punkt *D* ist somit der Pol der isotropen Zonenkante, und man erkennt sofort (z. B. erweist sich der Winkel 3*B* gleich 45°), dass der Parameter dieser Zone gleich 1 ist, d. h. die Zone tetragonal-isotrop und folglich der Krystall selbst tetragonal ist.

Fig. 10.



Nachdem der Pol der Fläche (und zugleich der Kante) (001) bestimmt worden ist, müssen einige Flächen zuerst zweckmässige Indices erhalten; die wichtigen Flächen 1 und 4 werden z. B. durch die Indices (111) resp. (1$\bar{1}$1) gekennzeichnet, und dann erhält von selbst die wichtige Fläche 3 (welche zu (001) senkrecht steht) die Indices (100). Nun bleibt nach den in der I. Abhandlung angegebenen Regeln die Entwickelung des Flächencomplexes auszuführen, um die Indices der beiden anderen Flächen 2 und 5 zu erhalten.

Diese Entwickelung ist in der Fig. 8 angegeben, und man sieht sofort, dass der Fläche 2 die Indices (311) und der Fläche 5 die Indices (2$\bar{2}$1) zukommen; dabei erweist sich diese unvollkommene Fläche sehr ungenau gemessen, so dass die Ungenauigkeit sogar auf graphischem Wege zum Vorschein kommt.

Die vorgestellte Aufgabe ist somit abgeschlossen.

Aus dem Vorhergehenden ersieht man, wie mannigfaltige Anwendungen dem Syngonie-Ellipsoidgesetz zukommen. Dieses Gesetz ist aber kein em-

pirisches und noch weniger ein angenähertes. Es ist eine streng mathematische Folgerung aus dem Grundgesetze der Krystallographie — dem Gesetze der krystallinischen Homogenität, wie dies in einer Reihe von Arbeiten des Verfs. klargestellt wurde.

In dieser Hinsicht ist dasselbe keineswegs den auf verschiedene physikalische Eigenschaften einer Gruppe bezüglichen, auf Grund der Erfahrung aufgestellten Ellipsoidgesetzen nachzustellen. Vielmehr steht im Gegentheil gerade das Syngonie-Ellipsoidgesetz als Prototypus dieser Reihe von Gesetzen da und ertheilt den entsprechenden Erfahrungsgesetzen viel mehr beweisende Kraft, als wirklich nicht nur angenäherten, sondern genau mathematischen Gesetzen.

Es ist eigentlich kein selbständiges, auf keines von allen übrigen Gesetzen zurückzuführendes Gesetz.

Wie das Weiss'sche Zonengesetz, das Gauss'sche Gesetz der Rationalität der Doppelverhältnisse nur andere Formen des Haüy'schen Gesetzes der rationalen Parameter sind, d. h. das Gleiche aussprechen, aber auf verschiedene Begriffe der Krystallographie Bezug haben, so ist das Syngonie-Ellipsoidgesetz nur als andere Ausdrucksform des Gesetzes der Projectivität der Krystallcomplexe aufzufassen. Der Beweis dafür war seitens des Verfs. schon früher erbracht worden (diese Zeitschr. **30**, 18 ff.). Das Haüy'sche und das Gauss'sche Gesetz entsprechen der analytischen, rechnerischen, das Weiss'sche der synthetischen, constructionellen Kraft der menschlichen Vernunft. Die erstere hat die mathematische Analyse, die zweite die Geometrie geschaffen. Denselben beiden entsprechen das Gesetz der Projectivität in analytischer resp. das Syngonie-Ellipsoidgesetz in constructioneller Ausdrucksweise. Demgemäss hat der Verf., auf dem ersten Gesetze fussend, das System der krystallographischen Rechnungen zu Stande gebracht, und das letzte dient als Beweis zu geometrischen Constructionen.

Aus allem Vorhergehenden ersieht man klar, wie grundlegend die Verschiedenheiten zwischen Syngonie- und Symmetrieeigenschaften der Krystalle sind. Es ist ganz unerlaubt, diese beiden Eigenschaftsgruppen der Krystalle mit einander zu verwechseln. Dass aber dies leider bis jetzt nicht genügend berücksichtigt wird, davon kann man sich aus einigen von keiner Seite bestrittenen und ganz frei im allgemeinen Verkehre befindlichen Ausdrücken überzeugen. Es sei z. B. auf die von Mallard eingeführten Ausdrücke »Pseudosymmetrie«, »pseudosymmetrische Krystalle« hingewiesen. Hätten wir es in den durch diese Ausdrücke zu bezeichnenden Erscheinungen wirklich mit Symmetrieeigenschaften der Krystalle zu thun, so wäre es erlaubt, etwa von pseudotetragonal-bipyramidalen resp. pseudohexagonal-skalenoëdrischen oder sonstigen pseudosymmetrischen Krystallen zu sprechen, und keineswegs von pseudotetragonalen respective pseudo-

hexagonalen Krystallen, wie man dies wirklich thut, indem eigentlich nicht Symmetrie-, sondern ausschliesslich Syngonieverhältnisse in Betracht kommen. Unter Pseudosymmetrie wird also stets das verstanden, was nur als *Pseudosyngonie* bezeichnet werden kann.

Unter Pseudosymmetrie kann nur etwas ganz Anderes gemeint werden, und zwar nur so schwache äussere Kennzeichen einer bestimmten Symmetrieart, dass dieselbe von einer anderen bestimmten Symmetrieart kaum zu unterscheiden wäre, wie wenn man etwa z. B. Eisenkies für tetartoëdrisch-pseudododekaëdrisch erklären würde. Speciellen Untersuchungen solcher Verhältnisse sehen wir erst entgegen.

Anhang.

I. Vollständige auf dem Syngonie-Ellipsoidgesetze fussende Herleitung der Syngoniearten.

Wollen wir uns des in vorhergehender Abhandlung von verschiedenen Seiten besprochenen Gesetzes zum Wegweiser bei dieser Ableitung bedienen, so haben wir zu berücksichtigen, dass es drei und nur drei verschiedene Ellipsoidarten giebt, und zwar: a) Ellipsoide mit lauter gleichen Hauptaxen, d. h. die Sphäre, b) Ellipsoide mit zwei einander gleichen Hauptaxen, also Rotationsellipsoide, und c) Ellipsoide mit sämmtlich von einander verschiedenen Hauptaxen.

Nun ist leicht zu beweisen, dass dem Falle a) nur eine einzige Syngonieart entsprechen kann.

Durch zwei Grundflächen (100) und (010) wird, dem Obigen gemäss, eine ganz bestimmte und zwar tetragonal-isotrope Zone (Parameter 1) zu Stande gebracht, deren Axe [001] senkrecht zur Complexfläche (001) steht. Dasselbe gilt aber auch für die Zonen [100] und [010]. Aber schon zwei Zonen genügen vollständig, um den Flächencomplex ganz eindeutig zu bestimmen. Zum Beispiel wird die Fläche (111) durch zwei Zonen $\left|\begin{matrix}110\\001\end{matrix}\right|$ und $\left|\begin{matrix}101\\010\end{matrix}\right|$ ganz genau bestimmt.

Aber die Sphäre als Syngonie-Ellipsoid ist als eine vorübergehende Erscheinung denkbar. Um den Fall der Sphäre als eine besondere Syngonieart aufstellen zu dürfen, muss dieselbe durch etwaige Symmetrieverhältnisse fixirt werden. Bekanntlich ist dazu das Vorhandensein von mehr als einer einzigen Symmetrieaxe mit höherer als Zweizähligkeit genügend, wie dies z. B. bei vier dreizähligen Symmetrieaxen in allen Symmetriearten der kubischen Syngonie wirklich der Fall ist. Sind aber beispielsweise keine Symmetrieelemente vorhanden, so würde diese Sphäre nur eine zufällige vorübergehende Erscheinung gewesen sein, welche schon bei geringster Temperaturänderung als verschwunden zu betrachten ist. Dadurch

wird zugleich der Raum für die unter diese Syngonie fallenden Symmetriearten genau eingeschränkt.

Um von der Sphäre zum Rotationsellipsoid überzugehen, braucht man nur in beliebiger Richtung eine Dilatation (als eine besondere Art der homogenen Deformationen) ausgeführt zu denken. Diese Richtung ist ebenso als eine irrationale, wie als eine rationale oder sogar als Richtung einer höheren Symmetrieaxe denkbar.

Würde eine irrationale Dilatation statthaben, so hätten wir so zu sagen ein irrationales Rotationsellipsoid vor uns gehabt, indem weder eine Fläche der isotropen Zone, noch die zur Zonenaxe senkrechten Flächen mögliche gewesen wären. Zugleich wäre das Vorhandensein irgend welchen Symmetrieelementes (ausser dem Inversionscentrum) unmöglich gewesen. Das Ellipsoid würde dann nicht fixirt sein und als vorübergehende Erscheinung ausser Betracht kommen (trikline Syngonie).

Wäre die Dilatationsrichtung die Richtung einer zweizähligen Symmetrieaxe (resp. die zur wirklichen Symmetrieebene normale Richtung) gewesen, wären aber keine anderen Symmetrieelemente vorhanden, so würde zugleich das Ellipsoid ein rationales gewesen, aber keineswegs in seinem Kreisschnitte, also der isotropen Zone, fixirt sein. Eine noch so geringe Temperaturänderung hätte nicht nur verschiedenartige Dilatationen, sondern sogar eine der Rotationsaxe parallele Verschiebung zur Folge (wie dies vom Verf. wirklich für den Orthoklas bewiesen worden ist), und dann entstünde anstatt des Kreisschnittes eine irrationale Ellipse (d. h. deren Hauptaxen irrational sind), und wir hätten aus dem ganzen Complex nur eine Ellipsoidaxe und die zu ihr senkrechte complexiale Symmetrieebene fixirt gehabt (monokline Syngonie).

Damit die genannte Verschiebung unmöglich gewesen wäre, muss der betreffende Ellipsoidschnitt eine rationale Ellipse sein, d. h. zwei Hauptaxen derselben eine fixirte Lage besitzen. Das ist aber nur möglich, wenn eine dieser Axen eine zweizählige Symmetrieaxe, resp. die zu derselben senkrechte Ebene eine Symmetrieebene gewesen wäre (rhombische Syngonie).

In allen diesen Fällen ist das Rotationsellipsoid nicht fixirt und dessen vorübergehende Erscheinung als eine zufällige zu betrachten. Zum Fixiren desselben muss seine Rotationsaxe zugleich eine mehr als zweizählige Symmetrieaxe gewesen sein. Für Krystalle überhaupt sind aber nur drei-, vier- und sechszählige Symmetrieaxen zulässig.

Nun haben wir gesehen, dass der die dreizählige Symmetrieaxe besitzende Complex identisch ist mit demjenigen, welcher die sechszählige Symmetrieaxe besitzt, indem die charakteristischen Winkel für die isotropen Zonen in beiden Fällen die Winkel 30° und 30° sind. Ein solcher Complex ist also aus dem kubischen durch eine in der Richtung einer dreizähligen Symmetrieaxe ausgeführte Dilatation entstanden denkbar, und wir erhal-

ten ein fixirtes Rotationsellipsoid mit hexagonal-isotroper Zone (hexagonale Syngonie).

Es bleibt der Fall der Dilatation in der Richtung der vierzähligen Symmetrieaxe (resp. vierzähligen Axe der zusammengesetzten Symmetrie) als allein möglicher übrig. Dann entsteht das fixirte Rotationsellipsoid mit tetragonal-isotroper Zone (tetragonale Syngonie).

II. Die ebenen Schnitte des Syngonie-Ellipsoids.

Wollen wir eine Complexfläche $(p_1 p_2 p_3)$ als eine Kantenzone betrachten und dieselbe einer natürlichen Zonenentwickelung unterziehen.

Die natürlichen Hauptausgangskanten sind: 1) $|01| = [0\bar{p}_3 p_2]$ und 2) $|10| = [\bar{p}_3 0 p_1]$. Eine beliebige Zonenkante wird durch die Indices $|mn| = [-np_3;\ mp_3;\ mp_2 + np_1]$ ausgedrückt.

In jeder isotropen Zone haben wir jeder Kante r (resp. Fläche) eine andere r' zugeordnet, und diese Zuordnung wird durch die Relation $x_1' : x_2' : x_3' = \begin{vmatrix} r_2 & r_3 \\ p_2 & p_3 \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} r_3 & r_1 \\ p_3 & p_1 \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} r_1 & r_2 \\ p_1 & p_2 \end{vmatrix}$ angegeben, und zugleich ist dadurch ersichtlich, dass die zugeordnete Kante (resp. Fläche) zu der gegebenen senkrecht steht.

Da aber diese Zuordnung ausschliesslich durch die Indices zum Ausdrucke kommt, so kann dieselbe als von der Zonenart (Zonensyngonie) unabhängig betrachtet werden und ist von allgemeinerer Art. Solche Kanten (resp. Flächen) werden jetzt conjugirte genannt. Für nicht isotrope Zonen brauchen die conjugirten Richtungen nicht zu einander senkrecht zu sein.

Trotzdem ist aber nicht ausgeschlossen, dass gewisse conjugirte Richtungen doch zu einander senkrecht sind. Es ist leicht, den Beweis zu liefern, dass es stets möglich ist, gewisse zu einander senkrechte conjugirte Richtungen zu bestimmen. Es ist einleuchtend, dass diese Aufgabe mit der Aufgabe der Bestimmung der Hauptaxen der Schnittellipse des Syngonieellipsoids mit der gegebenen Fläche p zusammenfällt.

Der Zonenkante $|mn|$ sei eine andere $|xy|$ conjugirt. Dann findet man:

$$-yp_3 : -xp_3 : xp_2 + yp_1 = \begin{vmatrix} -np_3 & -mp_3 & mp_2 + np_1 \\ p_1 & p_2 & p_3 \end{vmatrix}$$

und daraus berechnet man:

$$x : y = -(mp_1 p_2 + np_3^2 + np_1^2) : (mp_3^2 + mp_2^2 + np_1 p_2),$$

oder

$$\frac{x}{y} = -\frac{mp_1 p_2 + n(p_1^2 + p_3^2)}{m(p_2^2 + p_3^2) + np_1 p_2}.$$

Um die Zonenindices $|mn|$ derjenigen Zonenkante zu bestimmen, deren conjugirte zugleich die senkrechte ist, haben wir die Indices p_1, p_2, p_3 durch die projectivischen p_1', p_2', p_3' zu ersetzen und dann die analytische Gleichung der Rechtwinkligkeit aufzustellen, d. h. die Gleichung:

$$\begin{vmatrix} -n\{(a_2a_5-a_3a_4)p_1-a_1a_5p_2+a_1a_4p_3\} & -m\{(a_2a_5-a_3a_4)p_1-a_1a_5p_2+a_1a_4p_3\} & \{m(-a_2p_1+a_1p_3)+na_4p_1\} \\ -np_3 & -mp_3 & m(a_4p_2+a_5p_3)+n(a_1p_1+a_2p_2+a_3p_3) \\ a_1p_1+a_2p_2+a_3p_3 & a_4p_2+a_5p_3 & p_3 \end{vmatrix} = 0. \ (G)$$

Diese Gleichung ist aber eine quadratische in Bezug auf das Verhältniss m/n. Sind die beiden Wurzeln dieser Gleichung die Zahlen x_1 und x_2, so entsprechen diese Zahlen den Zonenindices derjenigen zwei conjugirten Kanten, welche zu einander senkrecht stehen, d. h. den Hauptaxen der Schnittellipse des Syngonie-Ellipsoids durch die Fläche $p(p_1p_2p_3)$.

Da die Coëfficienten der Projectivitätsgleichungen (die geometrischen Constanten) a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 im Allgemeinen irrationale Zahlen sind, so werden auch die betreffenden Wurzeln im Allgemeinen irrational.

Im Besonderen finden wir für verschiedene Syngoniearten (für sämmtliche ausser der triklinen) und bestimmte Schnitte auch rationale Wurzeln. Alle diese Fälle sind so leicht vorauszusehen, dass es kaum nöthig erscheint, diese Gleichung einer speciellen Prüfung zu unterziehen.

Speciell für kubische Syngonie haben wir $a_1 = a_4 = 1$; $a_2 = a_3 = a_5 = 0$, und dann reducirt sich diese Gleichung auf eine Identität

$$\begin{vmatrix} -np_3 & -mp_3 & mp_2+np_1 \\ -np_3 & -mp_3 & mp_2+np_1 \\ p_1 & p_2 & p_3 \end{vmatrix} = 0,$$

welche als Ausdruck des Satzes gelten kann, dass sämmtliche Schnitte Kreisschnitte sind, d. h. das Ellipsoid ist eine Sphäre und sämmtliche Zonen sind isotrope.

Da speciell für hexagonale Syngonie die Projectivitätsgleichungen sind: für die Flächen

$$p_1' : p_2' : p_3' = ap_1 + p : ap_2 + p : ap_3 + p \ (p = p_1 + p_2 + p_3)$$

und für die Kanten

$$r_1' : r_2' : r_3' = (a+3)r_1 - r : (a+3)r_2 - r : (a+3)r_3 - r \ (r = r_1 + r_2 + r_3),$$

so muss die Gleichung (G) durch die folgende

$$\begin{vmatrix} -n\{(a+3)p_3-p\} & -m\{(a+3)p_3-p\} & m\{(a+3)p_2-p\}+n\{(a+3)p_1-p\} \\ -n(ap_3+p) & -m(ap_3+p) & m(ap_2+p)+n(ap_1+p) \\ ap_1+p & ap_2+p & ap_3+p \end{vmatrix} = 0 \ (G')$$

ersetzt werden.

Für die Zone [111] reducirt sich diese Gleichung auf die Identität

$$\begin{vmatrix} -na & -ma & ma+na \\ -n(a+3) & -m(a+3) & m(a+3)+n(a+3) \\ a+3 & a+3 & a+3 \end{vmatrix} = 0,$$

und diese Identität ist der Ausdruck des Isotropismus dieser speciellen Zone.

XXVI. Zur Theorie der krystallographischen Projectionen.

Von

E. von Fedorow in Petrowsko-Rasumowskoje bei Moskau.

(Mit 5 Textfiguren.)

Die Aufgabe, durch zwei gegebene Polpunkte in stereographischer Projection den Grosskreis zu ziehen, ist eine Grundaufgabe bei allen graphischen Rechnungs- und Zeichnungsoperationen der Krystallographie. Der Methode der einfachsten und raschesten Auflösung dieser Aufgabe (ohne dabei die Genauigkeit zu beeinträchtigen) kommt grosse praktische Bedeutung zu. Diese Aufgabe ist natürlich in allen ausführlicheren Lehrbüchern behandelt, aber im Allgemeinen werden zwar theoretisch ganz genaue, aber für die praktische Ausführung nicht sehr empfehlenswerthe, dazu dienende Constructionen angegeben. Viel praktischer wurde bei den unter der Leitung des Verfs. stehenden praktischen Uebungen (im Projiciren der Krystalle und in krystallographischen Rechnungen) mit den Studirenden im Berg-Institut zu St. Petersburg verfahren (wie dies in des Verfs. Lehrbüchern über Krystallographie und Petrographie angegeben worden ist). Dabei wird natürlich die Anwendung der stereographischen Netze und des Kreisbogenlineals vorausgesetzt. Nun erwies sich sonderbarerweise, dass man auch hierin nicht in allen, und sogar nicht in den meisten Fällen am einfachsten verfuhr.

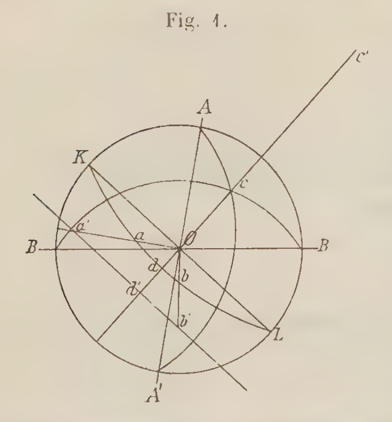
Natürlich ist das einfachste Verfahren für verschiedene Fälle nicht das gleiche; dies hängt nämlich von der Grösse der Centraldistanz des zu ziehenden Grosskreises ab.

Ist diese Centraldistanz sehr gering, und zwar 20° nicht übertreffend, so war und bleibt die einzige einfache Methode die Benutzung des Kreisbogenlineals für das directe Ziehen des gesuchten Grosskreises.

Ist aber diese Centraldistanz grösser, so wurde bis jetzt von folgendem Verfahren Gebrauch gemacht.

Die gegebenen beiden Punkte a und b (Fig. 1) nimmt man als Pole und zieht die zugeordneten Grosskreise AA' und BB', welche sich in dem Punkte c schneiden, und dieser Punkt ist seinerseits der Pol, dessen zugeordneter Grosskreis der gesuchte ist. Die Centra a' des Kreises AA' und b' des Kreises BB' werden dadurch direct bestimmt, dass man auf den respectiven Radien Oa und Ob auf dem stereographischen Netze die doppelten Distanzwinkel abliest[1]). Auf dieselbe Weise wird der Punkt c', d. h. das Centrum des gesuchten Grosskreises gefunden.

Fig. 1.



Dieses Verfahren ist aber nur dann das einfachste, wenn einer oder die beiden gegebenen Punkte eine 70° übertreffende Centraldistanz besitzen, da in diesem Falle wirklich die zugeordneten Grosskreise vermittelst des Kreisbogenlineals sehr einfach zu ziehen sind.

Falls aber die Centraldistanz beider gegebenen Punkte unter 70° und dabei die Centraldistanz des gesuchten Grosskreises über 20° beträgt, so kann man als das einfachste nur folgendes Verfahren empfehlen.

Auf die schon erwähnte Weise findet man zuerst die beiden Punkte a' und b' und dann zieht man die Gerade $a'b'$ und die zu ihr senkrechte centrale Gerade Od'. Von dem Punkte d' geht man zum Punkte d, welcher eine halbe Centraldistanz besitzt, über. Der gesuchte Pol c liegt auf derselben centralen Geraden mit d und d' und bildet auf der Sphäre mit d genau 90°.

Diese Construction findet ihren Grund in einem sehr einfachen (wie es scheint bei den Anwendungen bisher zu vernachlässigenden) Satze, welcher lautet:

Schneidet man einen beliebigen Grosskreis $KadbL$ durch ein centrales Strahlenbüschel $O.KadbL$ und merkt man auf jedem Strahle Oa den Punkt a' an, welcher der doppelten Centraldistanz entspricht, so ist der geometrische Ort solcher Punkte K', a', d', b', L' eine Gerade (wenn z. B. der gegebene Grosskreis die grammastereographische Projection einer Ebene ist, so ist die gefundene Gerade die Linearprojection derselben Ebene).

---

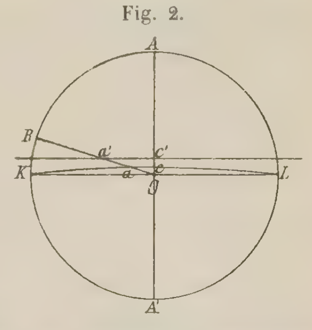
1) Falls der betreffende Punkt ausserhalb des Netzes liegt, bedient man sich einer besonderen Scala, welche in dieser Zeitschr. **29**, 641 (und in allerletzter Zeit in einer Arbeit von Herrn Stratonowitsch in Verhandlungen der k. k. mineralog Ges. zu St. Petersburg **37**, 176) erwähnt wurde.

Dieser Satz findet mit Vortheil verschiedene andere Anwendungen bei dem Projiciren[1]).

Es sei z. B. ein dem Centrum ziemlich angenäherter Punkt a gegeben, und die Aufgabe ist, den von der Geraden Oa mit einem fixen Durchmesser AA' gebildeten Winkel aOA möglichst genau abzulesen.

Man würde sonst die centrale Gerade Oa ziehen und dann auf dem äusseren Rande des Netzes direct den geforderten Winkel AB ablesen. Aber wegen der kleinen Distanz Oa ist das Ziehen dieser Geraden eine sehr unvollkommene graphische Operation.

Fig. 2.



Nun kann man folgendermassen verfahren (Fig. 2). Man ziehe vermittelst des Kreisbogenlineals einen sehr flachen Grosskreis KaL mit von vornherein bekannter Centraldistanz Oc (auf diese Distanz, z. B. 5° oder 10°, ist das Kreisbogenlineal im voraus einzustellen). Durch den Punkt c', dessen Centraldistanz doppelt so gross ist als die des Punktes c, ziehe man die dem Durchmesser KL parallele Gerade und suche auf dieser Geraden den Punkt a' auf, welcher doppelt so grosse Centraldistanz besitzt als der Punkt a. Nun haben wir zum Ziehen der Geraden Oc' eine mehr als doppelte Länge Oa' zur Disposition, als dies von Anfang an der Fall war.

Ist der Punkt a (Fig. 2) angegeben und der Winkel aKO zwischen dem durch a hindurchgehenden Meridian KaL und einem fixen Durchmesser KOL gesucht, so ist die Operation der directen Ablesung dieses Winkels auf dem stereographischen Netze eine sehr unvollkommene (wenigstens wenn der Punkt sich nicht auf einem auf dem Netze schon angegebenen Grosskreise befindet).

Dieselbe kann mit Vortheil durch folgende ersetzt werden.

Durch den Punkt a', welcher die doppelte Centraldistanz wie a besitzt, ziehe man die dem Durchmesser KL parallele Gerade und auf dem Perpendikel OA zu KL lese man die Centraldistanz Oc' ab. Dieselbe ist ein doppelt so grosser Winkel als der gesuchte Winkel aKO.

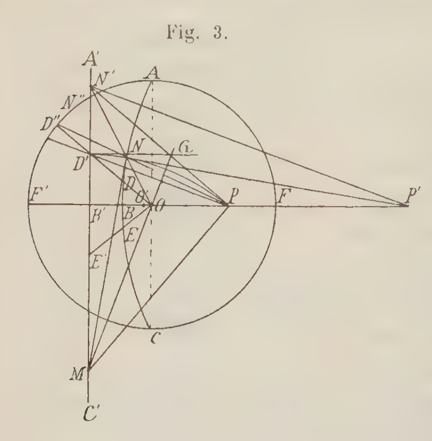
Unter einer Gesammtheit concentrischer Kleinkreise mit dem gemeinsamen Centrum P (Fig. 3) giebt es stets einen, welcher durch die Gerade $A'C'$ repräsentirt wird. Diese Gerade ist zugleich die lineare Projection derjenigen Ebene, welche in grammastereographischer Projection durch den

1) Uebrigens wurden schon von diesem Satze, ohne denselben explicit zu formuliren, Anwendungen gemacht, wie z. B. in der erwähnten Abhandlung in dieser Zeitschr. **29**, 639.

Grosskreis ABC repräsentirt wird, wobei derselbe der dem Pole P zugeordnete (äquatoriale) Grosskreis ist.

In der That wird diese Linearprojection, wie oben angegeben, dadurch aus dem Grosskreise ABC zu Stande gebracht, dass man auf dem stereographischen Netze zwei Radien OD und OE zieht und auf diesen Geraden $OD' = 2\,OD$ und $OE' = 2\,OE$ abliest. Die Punkte D' und E' gehören dann der gesuchten Geraden an. Zugleich ist also $OB' = 2\,OB$. Um aber durch den Punkt B' einen Kleinkreis zu ziehen, dessen Centrum der Punkt P ist, müssen wir auf dem Netze den Winkel PB' ablesen und in entgegengesetzter Richtung auf dem Netze denselben Winkel. Der dem Punkte B' diametral entgegengesetzte Punkt des Kleinkreises ist aber jetzt unendlich weit entfernt, somit also das Centrum des mittelst des Zirkels zu ziehenden Kleinkreises, und der Kleinkreis wird eine Gerade.

Fig. 3.



Bezeichnen wir diesen Kleinkreis als einen **besonderen**, so können wir sagen, dass die anguläre centrale Distanz OB' des besonderen Kleinkreises zweimal grösser ist, als die anguläre Distanz PF, welche gleich OB ist. Beträgt PF 45^0, so ist der besondere Kleinkreis die zum Kreise gezogene, in F' tangentiale Gerade.

Jedem Punkte D' des besonderen Kleinkreises ist auf dem äquatorialen Grosskreise ABC ein Punkt D zugeordnet. Nun wollen wir den Satz beweisen, dass **der Kleinkreisbogen $B'D'$ zweimal grösser ist als der Grosskreisbogen BD.**

Um die Grösse des Winkels $B'D'$ auf dem besonderen Kleinkreise zu bestimmen, müssen wir durch D' und P einen Grosskreis ziehen. Ist PG die zu diesem Grosskreise in P tangentiale Gerade, so wird der Winkel OPG das Maass des Winkels $B'D'$. Da aber die Centra sämmtlicher durch P hindurchgehender Grosskreise sich auf der Geraden $A'C'$ befinden, so findet man dieses Centrum einfach dadurch, dass man durch P das Perpendikel zu PG zieht. Der Schnittpunkt M dieses Perpendikels mit $A'C'$ ist das gesuchte Centrum. Das Perpendikel $D'G$ ist ebenfalls die zu demselben Grosskreise in D' tangentiale Gerade. Da aber $D'G \parallel OP$, so sind die Winkel $GD'P$ und $D'PO$ gleich. Verbinden wir noch die Punkte G und M mit einer Geraden, so finden wir, dass die rechtwinkligen Dreiecke $MD'G$ und MPG gleich sind, da dieselben GM gemein haben, und $MD' = MP$. Also $D'G = GP$, somit auch die Winkel $GD'P$ und

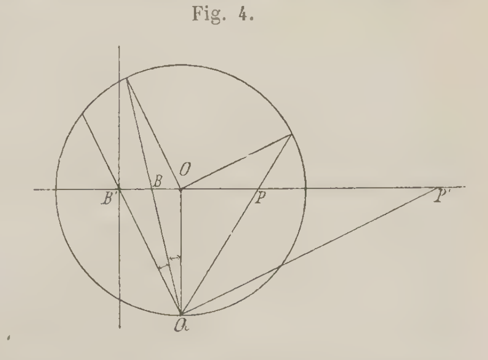
GPD'. Das Maass des Winkels BN wird bekanntlich durch folgende Construction bestimmt. Man ziehe die Gerade PN bis zum Durchschnittspunkte D'' mit dem Projectionskreise und verbinde D'' mit O durch eine Gerade. Das gesuchte Maass ist der Bogen $F'D''$ resp. der Winkel $F'OD''$. Ist N' Durchschnittspunkt von PG mit $A'C'$, so ist $B'N'$ ein doppelt so grosser Kleinkreisbogen als $B'D'$[1]). Nun ist zu beweisen, dass die Punkte N' und N sich auf einer und derselben Geraden mit O befinden. Zu Beweisen dieser Art gehören die Sätze der projectiven Geometrie, und wir wollen uns jetzt derselben bedienen.

Betrachten wir zuerst den Punkt O' als den Schnittpunkt der Geraden $N'N$ und $F'F$ und denken uns, dass dieser Punkt nicht in das Centrum O fällt, sondern etwas links liegt.

In Bezug auf den Kreis $D'NP$ ist FF' die dem Pole N' zugeordnete Polare (da FF' durch den Berührungspunkt der Geraden $N'P$ hindurchgeht und zur Geraden MN' senkrecht steht), und $P'N$ (wo P' das Centrum des Kreisbogens ABC ist) die dem Berührungspunkte N als dem Pole zugeordnete Polare. Folglich ist P' der Pol der als Polare betrachteten Geraden NN', und O' ist der Pol der als Polare betrachteten Geraden $N'P'$ (kurz ausgedrückt spielt in dem Dreieck $O'N'P'$ jeder Scheitelpunkt die Rolle des der entgegengesetzt liegenden Seite zugeordneten Poles). Daraus folgt, dass die durch das Centrum M des Kreises $D'NP$ hindurchgehende Gerade MO' zur Geraden $N'P'$ senkrecht ist.

Jetzt betrachten wir den Durchschnittspunkt N'' der Geraden ON und $A'C'$. Da, wie angenommen wurde, O', N und N' auf einer Geraden liegen, so muss der Punkt N'' sich unter dem Punkte N' befinden. In Bezug auf den Kreis ABC ist $A'C'$ die dem Pole O zugeordnete Polare (da $A'C' \parallel AC$ ist und dabei der Punkt B' der Durchschnittspunkt zweier Tangenten $B'A$ und $B'C$ zum Kreise ABC ist, wo A und C Berührungspunkte). Folglich ist ONN'' die dem Pole M zugeordnete Polare, und MO die dem

Fig. 4.



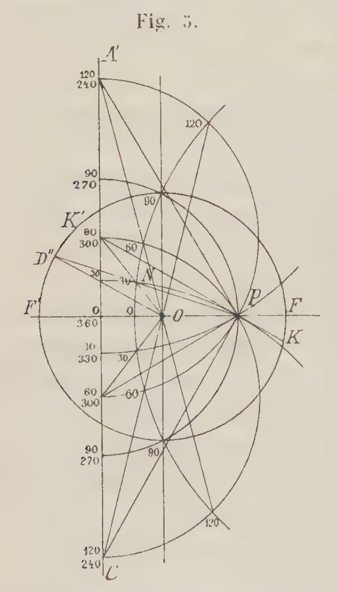
1) Man kann nämlich den Punkt P als den Augenpunkt der stereographischen Projection, also zugleich als das Centrum der Linearprojection ansehen, wie man dies direct aus der Fig. 4 ersieht; hier sind die Winkel $B'QP$ und $B'PQ$ die gleichen, also auch die Seiten $B'Q$ und $B'P$. Die Linearprojection $A'C'$ (Fig. 3) ist aber zugleich die grammastereographische Projection des durch den Augenpunkt Q (Fig. 4) hindurchgehenden Kleinkreises. Folglich sind die gleichen Winkel $B'PD'$ und $D'PN'$ (Fig. 3) zugleich die in den betreffenden Kleinkreis eingeschriebenen Winkel (dasselbe gilt für die Seiten BP' und QP' (Fig. 4)).

Pole N'' zugeordnete Polare (kurz ausgedrückt spielt in dem Dreieck OMN'' jeder Scheitelpunkt die Rolle des der entgegengesetzt liegenden Seite zugeordneten Poles). Daraus folgt, dass die durch das Centrum P' des Kreises ABC zur Geraden MO gezogene senkrechte Gerade die Gerade $P'N''$ ist.

In Anbetracht der Lagen der Punkte O' und N'' sind wir zu einem unmöglichen Resultate gekommen, dass MO' senkrecht zu $P'N'$ und zugleich MO senkrecht zu $P'N''$ ist. Natürlich würden wir zu derselben Unmöglichkeit gekommen sein, wenn wir den Punkt O' auf der rechten Seite von O angenommen hätten. Solche Annahmen sind also unmöglich, und es ist unbedingt nothwendig, die Punkte O, N und N' auf einer und derselben Geraden liegend anzunehmen.

Wegen der Demonstration des eben bewiesenen Satzes ist Fig. 5 beigegeben, in welcher durch den Punkt P die Grosskreisbögen über jede 30^0 gezogen und alle gefundenen Punkte des Grosskreises durch Gerade mit dem Centrum O verbunden sind.

Fig. 5.



Dieser Satz kommt verschiedenartig zur Anwendung. Ist z. B. der Grosskreisbogen sehr flach und steht dabei kein Kreisbogenlineal zur Verfügung, so ist doch leicht jeder auf demselben liegende und von 0 um beliebigen Winkel abstehende Punkt durch einfache Construction zu erhalten. Ist z. B. der um 30^0 abstehende Punkt zu suchen, so ziehe man die Gerade PK' unter diesem Winkel zu FF'. Dies geschieht unter Anwendung des stereographischen Netzes sehr einfach: man lege auf P ein gewöhnliches Lineal und drehe dasselbe, bis die Summe der auf dem Rande des Netzes angegebenen Geraden $F'K' + FK$ gleich 60^0 ist. Dadurch erhält man auf der Geraden $A'C'$ den von 0 um 60^0 abstehenden Punkt, welchen wir mit O durch eine Gerade verbinden, und auf dieser Geraden muss der gesuchte Punkt liegen. Ausserdem ziehe man $OD'' \parallel KK'$ und verbinde den Durchschnittspunkt D'' derselben Geraden mit dem Projectionskreise mit dem Punkte P. Da der gesuchte Punkt N zugleich auf dieser Geraden PD'' liegen muss, so ist derselbe dadurch bestimmt.

Wollen wir das Centrum des durch P unter 30^0 hindurchgehenden Grosskreises finden, so brauchen wir nur die zu PK' senkrechte Gerade zu ziehen. Wie man aus der Fig. 5 ersieht, fällt dieses Centrum mit dem 120^0 von 0 abstehenden, auf der Geraden $A'C'$ liegenden Punkte zusammen.

Die jetzt constatirte Zuordnung ist keine eindeutige. Verbindet man N' mit O (Fig. 3) durch eine Gerade, so findet man zu dem Punkte N' nicht allein N als den zugeordneten Punkt, sondern auch den anderen Schnittpunkt dieser Geraden mit dem Grosskreise ABC. Das ist z. B. sehr klar aus der Fig. 5 einzusehen. Dem Punkte 120^0 auf $A'C'$ ist nicht nur 60^0 auf dem Grosskreise zugeordnet, sondern auch der Punkt 120^0. Man kann zwar sagen, dass dem Punkte 120^0 auf dem Grosskreise der Punkt 240^0 auf dem besonderen Kleinkreise zugeordnet ist, aber dieser Punkt ist mit dem Punkte 120^0 identisch.

Diese Relationen verallgemeinernd können wir sagen, dass jedem Punkte 2α auf dem besonderen Kleinkreise die Punkte α und $180^0 - \alpha$ des Grosskreises zugeordnet sind; dabei ist aber der Punkt 2α mit dem Punkte $360^0 - 2\alpha$ identisch.

Da aber jeder Punkt des besonderen Kleinkreises zu zwei bestimmten Punkten des Grosskreises zugeordnet ist, so können wir sagen, dass der Kleinkreis selbst dem Grosskreise zugeordnet ist. Da aber der besondere Kleinkreis nichts anderes ist als eine Gerade, so kann man sagen, dass jedem Grosskreise eine Gerade zugeordnet ist.

Diese besondere (zweideutige) Art der Zuordnung giebt uns Anlass, die Zuordnungen der krystallographischen Projectionen und Projectionen überhaupt zu besprechen und analytisch zu behandeln.

Die Gleichung $\frac{xx'}{a^2} + \frac{yy'}{b^2} = 1$ (x, y Coordinaten des einen und x', y' des zugeordneten Systems) drückt bekanntlich[1]) die gewöhnliche polarelliptische Projection aus, für welche als Projectionscurve die Ellipse

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = +1$$

gilt. Diese Zuordnung ist die von Polen und Polaren, d. h. von Punkten und zugeordneten Geraden. Zieht man durch einen gegebenen Punkt (xy) des einen Systems zwei Tangenten zur Ellipse, so gehören die Berührungspunkte der polarzugeordneten Geraden des anderen Systems an.

Im Besonderen erhalten wir als Projectionscurve den Kreis $x^2 + y^2 = r^2$ (also der Fall $a = b$). In diesem Falle ist die Projectivitätsgleichung $xx' + yy' = + r^2$.

Diese Projectivitäten gehören zu den eindeutigen, da die Projectivitätsgleichungen in Bezug auf sämmtliche Coordinaten linear sind. Dies bedeutet, dass einem bestimmten Punkte (als dem Pole) des einen Systems eine bestimmte Gerade des anderen Systems (als die Polare) zugeordnet ist.

Wählen wir den Radius des Projectionskreises als Einheit, so erhält die Projectivitätsgleichung die Form $xx' + yy' = + 1$. Die Gleichung

1) Analytisch-krystallographische Studie § 11. Kurz ref. in dieser Zeitschr. **21**, 696.

$xx' + yy' = -1$ bedeutet dann [1], dass die Projectivitätscurve ein imaginärer Kreis ist mit dem der Einheit gleichen Radius.

Gerade diese eindeutige Projectivitätsart ist die der linearen und der gnomonischen Projection einer und derselben Geraden, respective einer und derselben Ebene. Dieser Projectivität gehört folgende Construction an. Ist A der Punkt eines Systems, so ziehe man durch denselben zwei Tangenten Aa und Ab. Wäre der Kreis reell gewesen, so würde ab die dem Punkte A zugeordnete Polare sein; da aber jetzt der Kreis imaginär ist, so ist ab durch die entgegengesetzt parallele $a'b'$ zu ersetzen. Ist also A die gnomonische Projection einer Ebene, so ist $a'b'$ die Linearprojection derselben Ebene, und ist A Linearprojection einer Geraden, so ist $a'b'$ gnomonische Projection derselben Geraden (resp. der Zone).

Bezeichnen wir den centralen Abstand der gnomonischen Projection einer Ebene durch d, so finden wir für die grammastereographische Projection derselben Ebene die Gleichung des Kreises

$$(x - d)^2 + y^2 = d^2 + 1$$

und für die Linearprojection derselben die Gleichung der Geraden

$$x = -\frac{1}{d}.$$

Wie oben angegeben, ist jeder einzelne Punkt dieser Geraden zwei bestimmten Punkten des Kreises zugeordnet. Diese Zuordnung wird durch eine beliebige centrale Gerade $y = kx$ bestimmt. Bezeichnen wir die Coordinaten der grammastereographischen Projection durch (xy) und die der Linearprojection durch $(x'y')$, so finden wir, dass dem Durchschnittspunkte $(x - d)^2 + y^2 = d^2 + 1$ mit $y = kx$ des einen Systems der Durchschnittspunkt $x' = -\frac{1}{d}$ mit $y = kx'$ zugeordnet ist.

Daraus lassen sich direct die gesuchten Projectivitätsgleichungen ableiten, und zwar

$$x^2 + \frac{2x}{x'} + y^2 = 1 \text{ und } xy' = x'y$$

oder

$$x'(x^2 + y^2 - 1) + 2x = 0 \text{ und } x'y - xy' = 0.$$

Man ersieht daraus, dass die beiden Systeme durchaus nicht die gleiche Rolle spielen, indem das System $(x'y')$ sich in Bezug auf (xy) eindeutig projectiv, und das System (xy) in Bezug auf $(x'y')$ zweideutig projectiv erweist.

Natürlich lassen sich diese Gleichungen durch allgemeinste Transformation der Coordinaten verallgemeinern, aber diese Complication giebt

---

1) Daselbst § 12.

uns keinen wesentlichen Vortheil, und wir begnügen uns damit, diese Gleichungen in dieser einfachsten Form zu analysiren.

Einem Punkte (ab) des ersten Systems ist ein einziger Punkt $x' = -\frac{2x}{x^2 + y^2 - 1}$; $y' = x'\frac{y}{x}$ des zweiten zugeordnet.

Man sieht, dass bei $x^2 + y^2 = 1$, d. h. für sämmtliche Punkte des Projectionskreises, $x' = \infty$, $y' = \infty$. Als besondere particuläre Fälle treten die Punkte a) $x = 0$, $y = \pm 1$ und b) $x = \pm 1$, $y = 0$ hervor. Man sieht weiter, dass bei $x^2 + y^2 < 1$ die Coordinaten x und x' einerlei Sinn und bei $x^2 + y^2 > 1$ entgegengesetzten Sinn haben. Ueberhaupt finden wir, dass dem Werthe $x = 0$ der Werth $x' = 0$ und dem Werthe $y = 0$ der Werth $y' = 0$, also speciell dem Punkte $x = 0$, $y = 0$ der Punkt $x' = 0$, $y' = 0$ entspricht (ein besonderer Fall entspricht, wie angezeigt, den Punkten des Projectionskreises).

Aus denselben Gleichungen erhalten wir aber noch:

$$x^2\left(1 + \frac{y'^2}{x'^2}\right) + 2x\frac{1}{x'} - 1 = 0 \text{ und } y = x\frac{y'}{x'},$$

was sehr deutlich die angedeutete zweideutige Projectivität charakterisirt.

Bezeichnen wir die beiden Wurzeln der ersten Gleichung resp. durch x_1 und x_2, so finden wir $x_1 x_2 \lesseqgtr -1$, und zwar $x_1 x_2 = -1$ nur bei $y' = 0$, also auch $y = 0$. In diesem besonderen Falle ist also $x_2 = -\frac{1}{x_1}$. Sonst $x_1 x_2 < -1$. Wenn also, die absolute Grösse allein berücksichtigend, $x_1 < 1$, so ist $x_2 > 1$, und umgekehrt.

Zweideutige Projectivität verbindet also Linearprojection mit grammastereographischer und gnomonische mit gnomostereographischer. Zweideutig treten dabei stets die stereographischen Projectionen auf.

Zum Schlusse erlaube ich mir zu erwähnen, dass zur rascheren und zugleich genaueren Ausführung der Constructionen in krystallographischen Projectionen ich vor Jahren einen speciellen Zeichenapparat hergestellt habe, welcher aus einem Brett quadratischer Form besteht und in verschiedenen geneigten Lagen, ebenso wie auch horizontal, eingestellt werden kann. In dem centralen Theile desselben ist ein genau um sein Centrum von der hinteren Seite des Brettes drehbarer dicker Spiegelglaskreis eingesetzt, welcher etwas über die Brettfläche herausragt. An diesen Glaskreis wird genau central das stereographische Netz angelegt, welches durch einen das ganze Brett mit Ausnahme dieses Kreises deckenden Carton angedrückt wird (es empfiehlt sich, unter das stereographische Netz ein rundgeschnittenes Stück weissen Papiers zu legen). Auf diesem Carton sind mit Tusche grosse Kreise gezeichnet, welche die Fortsetzung der concentrischen Kreise des Netzes bilden, also die Kreise 100°, 110°, 120°, 130°,

140°, 150°, und ausserdem diagonal zwei Geraden gezogen, auf welchen sämmtliche zwischenliegende Theile in Graden angegeben sind (bis 154°). Will man jetzt das stereographische Netz central drehen, so drückt man dasselbe mit der linken Hand an den Glaskreis und mit der rechten Hand dreht man dasselbe mittelst besonderer, hinter dem Brette befindlicher Handgriffe (in der Anzahl 5).

Man begreift wohl, wie mit Hülfe eines solchen Apparates die Constructionen erleichtert werden. Will man z. B. durch zwei Punkte E und N (Fig. 3) den Grosskreis ziehen, so findet man zuerst die beiden Punkte E' und N', also zugleich die Gerade $A'C'$, somit aber auch die Lage der Geraden FF' und speciell die Lage des gesuchten Centrums P' (natürlich auch P) u. s. w.

Auch an dem von mir zuerst construirten und theoretisch beschriebenen Kreisbogenlineal[1]) wurden einige Vervollkommnungen angebracht. Durch Einführung von beweglichen, die stählernen Streifen drückenden keilartigen Ansätzen wird die Möglichkeit gegeben, nicht nur flache Kreisbögen, sondern flache Bögen überhaupt zu zeichnen (was eigentlich keine speciell krystallographische Bedeutung besitzt). Da aber jedem bestimmten Kreisbogen mit gegebenem centralen Abstande eine bestimmte Anzahl von Umgängen in der Drehung der Schraube entspricht, so kann man umgekehrt den Kreisbogen direct auf jeden gegebenen (bis 20° hinaufgehenden) centralen Abstand durch die Abzählung der Umgänge und deren Theile einstellen (diese Aufstellung muss aber jedes Mal verificirt werden).

1) Diese Zeitschr. **21**, 678.

XXVII. Krystallographische Untersuchung einiger organischer Substanzen.

Dritte Reihe.

Von

J. Beckenkamp in Würzburg.

(Mit 4 Textfiguren.)

1. **Brenzkatechin** $C_6H_4(OH)_2$ (Fig. 1 und 2).

Die Krystalle des Brenzkatechins sind bereits von G. B. Negri (vergl. diese Zeitschr. **30**, 186) untersucht worden; jedoch hatten dessen Krystalle »im Allgemeinen unvollkommene, gerundete, schlecht spiegelnde Flächen«, und da sie nur von {100}, {001}, {110} begrenzt waren, so konnte der Werth der c-Axe nicht bestimmt werden.

Aus Lösungen in Ligroïn und Aether scheidet sich Brenzkatechin in recht schönen, mehrere Millimeter grossen Krystallen mit ebenen, spiegelnden Flächen aus.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 1,6086 : 1 : 1,0229; \quad \beta = 85^0 45'.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}$, $m = \{110\}$, $c = \{001\}$, $x = \{121\}$.

Fig. 1.

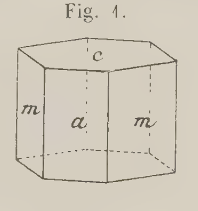
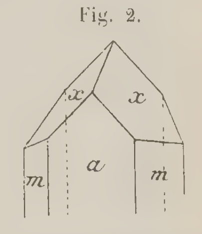


Fig. 2.



Die Krystalle treten in zwei Typen auf: der eine ist nur von a, m, c begrenzt und bildet scheinbar eine hexagonale Combination von Prisma und Basis (vergl. Fig. 1); der zweite Typus ist tafelförmig nach a, die Tafeln sind nach der c-Axe verlängert (vergl. Fig. 2).

	Gemessen Beckenkamp:	Gemessen Negri:	Berechnet:
$a : m = (100) : (110) =$	*58° 4′	58° 40′	—
$a : c = (100) : (001)$	*85 45	86 32	—
$c : x = (001) : (121)$	*63 46	—	—

	Gemessen Beckenkamp:	Gemessen Negri:	Berechnet:
$c:m = (001):(110) =$	88° 4′	—	87° 45′
$x:x = (121):(1\bar{2}1)$	118 13	—	117 46
$a:x = (100):(121)$	72 38	—	72 34
$x:m = (121):(110)$	27 58	—	27 44

Spaltbar vollkommen nach $a = (100)$.

Die Schiefe der Auslöschung auf (010) beträgt 6°—7° gegen die Verticale; der nach Fresnel parallel b schwingende Strahl erscheint auf (001) und (100) etwas röthlich.

Für mittlere Farben wurden bestimmt:

$$\alpha = 1{,}595, \quad \beta = 1{,}609, \quad \gamma = 1{,}742.$$

α ist der Brechungsexponent des nach Fresnel parallel b, β des annähernd parallel a und γ des annähernd parallel c schwingenden Strahles. Der optische Charakter ist positiv. Aus den Brechungsexponenten berechnet sich der scheinbare Axenwinkel in Luft $2E = 62°$; die Beobachtung ergab $2E = 58°$, und zwar den Werthen der Brechungsexponenten entsprechend wurde die Ebene der optischen Axen annähernd parallel (100), die erste Mittellinie annähernd parallel c gefunden. Die Interferenzbüschel sind aussen gelb und roth, innen violett gesäumt, also $\varrho < v$.

Die Krystalle des Brenzkatechins stehen geometrisch und optisch dem entsprechenden Methyläther, dem Guajacol $C_6H_4(OH)(OCH_3)$, nicht fern, wenn auch das Krystallsystem beider Körper verschieden ist.

Guajacol krystallisirt (vergl. diese Zeitschr. **23**, 574) trigonal-trapezoëdrisch. Der Prismenwinkel ist also 60°, das Axenverhältniss nach meinen Bestimmungen $a:c = 1:0{,}9933$, nach der Messung von J. Samoilow (vergl. diese Zeitschr. **32**, 503) ist $a:c = 1:1{,}0194$. Schon die einfachen, durch die Fig. 1 angedeuteten Krystalle des Brenzkatechins erinnern an eine hexagonale Combination von Prisma und Basis.

Durch eine ähnliche Drillingsbildung nach (110), wie sie beim Aragonit bekannt ist, bei welcher die rhombischen Prismenflächen das scheinbare hexagonale Prisma bilden (vergl. diese Zeitschr. **32**, 25), würde das Brenzkatechin einen mimetisch hexagonalen Krystall liefern, dessen c-Axe mit der des Guajacols fast genau übereinstimmt. Es würde in diesem Falle das Verhältniss der Axen $a:c$ der hexagonal gedachten Combination gleich dem Verhältniss der kürzeren horizontalen Axe des monoklinen Brenzkatechins zu dessen c-Axe, d. h. gleich $1:1{,}0229$.

Brenzkatechin und Guajacol sind optisch positiv, die erste Mittellinie des Brenzkatechins fällt sehr nahe mit der c-Axe zusammen.

Die Brechungsquotienten des Guajacols für Na-Licht sind: $\omega = 1{,}569$,

$\varepsilon = 1{,}666$; diesen entsprechen beim Brenzkatechin für mittlere Farben $\frac{\alpha + \beta}{2} = 1{,}602$, $\gamma = 1{,}742$.

2. Isodehydracetsäure (Mesitylenlactoncarbonsäure)

$$\begin{array}{c} COOH \\ | \\ CH_3\text{-}C{=}C\text{-}C(CH_3){=}CH. \\ |\qquad\qquad\quad | \\ O \text{———————} CO \end{array}$$

Schmelzpunkt 155⁰. Dargestellt aus Acetessigester von A. Hantzsch, vergl. Ann. d. Chemie 1884, **222**, 9.

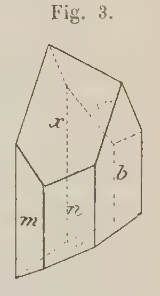
Krystallsystem: Triklin.

$$a : b : c = 0{,}7413 : 1 : 0{,}9116;$$
$$\alpha = 67^0\,10', \quad \beta = 96^0\,43', \quad \gamma = 102^0\,38'$$

(die Axenwinkel α, β, γ beziehen sich auf den Oktanten vorn, oben, rechts).

Beobachtete Formen: $m = \{1\bar{1}0\}$, $n = \{110\}$, $b = \{010\}$, $x = \{223\}$, $\omega = \{\bar{1}11\}$, $c' = \{00\bar{1}\}$ (vergl. Fig. 3).

Fig. 3.



Die Flächen der Prismenzone m, n, b treten immer paarig, d. h. als Pinakoide auf, die Flächen x und ω wurden meist nur an dem einen Kopfe beobachtet, und c nur an dem entgegengesetzten Ende. In manchen Fällen mögen wohl die Krystalle an dem letzten Ende aufgesessen haben, und da die Krystalle nach c sehr vollkommen spalten, so mag dann wohl die betreffende Endfläche durch Spaltung entstanden sein. In vielen Fällen tritt aber c als unzweifelhaft natürliche Krystallfläche auf, und es ist dann gewöhnlich an dem einen Ende c', am anderen ω (seltener x) gross entwickelt. Nennen wir dasjenige Ende des Krystalles, von welchem aus gesehen die Prismenwinkel in der Reihenfolge 55⁰ 53′, 56⁰ 18′, 67⁰ 49′ im Uhrzeigersinne auf einander folgen, das obere, so liegt die gross ausgebildete Fläche ω bald am oberen, bald am unteren Ende. Sollte demnach eine Gesetzmässigkeit in der pedialen (hemiëdrischen) Ausbildungsweise von ω und c vorliegen, so müsste man die Krystalle der einen Art als rechte, die der anderen als linke bezeichnen. Der Versuch, einen dieser Annahme etwa entsprechenden elektrischen Gegensatz zweier gegenüberliegender Stellen eines Krystalles nachzuweisen, war erfolglos.

		Beobachtet:	Berechnet:
$\omega : n$	$= (\bar{1}11):(110) =$	*123⁰ 8′	—
$n : b$	$= (110):(010)$	*55 53	—
$b : c'$	$= (010):(00\bar{1})$	*67 59	—
$c' : \omega$	$= (00\bar{1}):(\bar{1}11)$	*127 21	—
$c' : n$	$= (00\bar{1}):(110)$	*83 35	—

		Beobachtet:	Berechnet:
$b : \omega$	$= (010):(\bar{1}11) =$	89° 15′	89° 42′
$m : n$	$= (1\bar{1}0):(110)$	57 57	56 18
$b : m'$	$= (010):(\bar{1}10)$	66 10	67 49
$\omega : m'$	$= (\bar{1}11):(\bar{1}10)$	52 27	51 56
$c' : m'$	$= (00\bar{1}):(\bar{1}10)$	75 47	75 25
$c' : x$	$= (00\bar{1}):(223)$	128 59	127 14
$x : m$	$= (223):(110)$	44 20	43 39
$x : n$	$= (223):(1\bar{1}0)$	52 11	51 43
$x : \omega$	$= (223):(\bar{1}11)$	91 37	90 57
$b : x$	$= (010):(223)$	100 26	100 53

Die Ausbildungsweise der Flächen ist meist nicht sehr gut, gegenüberliegende Flächen differiren häufig um mehrere Grade von der Parallelstellung.

Sehr vollkommen spaltbar nach $c = (001)$.

Auslöschung auf $b = (010)$ 16° gegen die Verticale, auf $c = (001)$ 8° gegen die Kante $(001):(110)$.

3. Trimethylpyrrolidinammoniumchloroplatinat $(C_7H_{16}N)_2PtCl_6$.

Dargestellt von G. Fenner, Inaug.-Diss. d. Univ. Würzburg 1899.

Krystallsystem: Regulär.

Rothe Krystalle von etwa 3 mm Durchmesser. Combinationen von $\{111\}$ und $\{100\}$.

4. β-Methylcumarilsäureäther $C_8H_4O(CH_3)(COOC_2H_5)$.

Schmelzpunkt 51°. Dargestellt von A. Hantzsch (Ber. d. d. chem. Ges. 1886, **19**, 1292). Gemessen von Fr. Sebaldt.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,7900 : 1 : ?.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}$, $m = \{110\}$.

Die Krystalle sind tafelförmig nach $c(001)$, oft bis zu 1 cm Durchmesser und gelblichgrün gefärbt.

$$m : m = (110) : (1\bar{1}0) = 76° 36'.$$

Sehr vollkommen spaltbar nach $c(001)$; faseriger Bruch nach $m(110)$. Auf $m(110)$ ist der nach Fresnel parallel c schwingende Strahl grün gefärbt, der hierzu senkrecht schwingende farblos.

Ebene der optischen Axen (010); c erste Mittellinie.

Die Hyperbelzweige zeigen aussen einen schwach röthlich gefärbten Rand. Scheinbare Axenwinkel in Luft:

$2E = 72^0 27'$ für Lithiumflamme
72 34 - Natrium -
72 46 - Thallium -

5. Dihydro-Collidindicarbonsäureäther $C_8H_{11}(COOC_2H_5)_2N$.

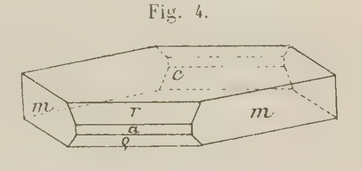
Schmelzpunkt 131⁰. Dargestellt von A. Hantzsch (Ann. d. Chem. 1882, **215**, 8). Gemessen von K. Zwick.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a:b:c = 1,4678:1:1,9994; \quad \beta = 86^0 8'.$$

Beobachtete Formen (vergl. Fig. 4): $c = \{001\}$, $m = \{110\}$, $a = \{100\}$, $r = \{101\}$, $\varrho = \{10\bar{1}\}$.

Fig. 4.



Die Krystalle sind tafelförmig nach c, erreichen eine Grösse bis zu etwa 6 mm und sind gelb gefärbt.

		Beobachtet:	Berechnet:
$a:c$	$= (100):(001) =$	*86⁰ 8′	—
$a:m$	$= (100):(110)$	*65 40	—
$c:\varrho$	$= (001):(\bar{1}01)$	*56 15	—
$c:m$	$= (001):(110)$	88 31	88⁰24′
$\varrho:m$	$= (\bar{1}01):(\bar{1}10)$	71 12	70 57
$r:c$	$= (101):(001)$	51 38	51 13
$r:a$	$= (101):(100)$	34 30	34 55

6. Trijodid des jodwasserstoffsauren Collidindicarbonsäureäthers $C_8H_9N(COOC_2H_5)_2HJ.J_3$.

Dargestellt von A. Hantzsch (Ann. d. Chemie 1882, **215**, 24). Gemessen von Fr. Sebaldt.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a:b:c = 1,2568:1:0,8631; \quad \beta = 86^0 50'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}$, $a = \{100\}$, $o = \{\bar{1}11\}$, $\omega = \{111\}$.

Die Flächen ω sind selten und nur klein ausgebildet. Die Kryställchen sind etwa 2 bis 3 mm gross, nach c oder a tafelförmig und schwarz gefärbt.

		Beobachtet:	Berechnet:
$a:c$	$= (100):(001) =$	*86⁰50′	—
$c:o$	$= (001):(\bar{1}11)$	*48 55	—
$o:o$	$= (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	*72 18	—
$a:o$	$= (100):(11\bar{1})$	64 10	64⁰23′
$a:\omega$	$= (100):(111)$	59 52	60 40
$c:\omega$	$= (001):(111)$	46 58	46 46

Auf $c = (001)$ wird der nach Fresnel parallel b schwingende Strahl völlig absorbirt, der hierzu senkrecht schwingende ist tief roth gefärbt.

7. Mononitrophenyltrimethylammoniumnitrat $(C_6H_4.NO_2)(CH_3)_3N.NO_3$.

Dargestellt und krystallographisch untersucht von W. Brendler, Inaug.-Dissert. d. Univ. Würzburg 1899.

Krystallform: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,8295 : 1 : 0,5196.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}$, $o = \{111\}$, $m = \{110\}$, $b = \{010\}$.

Die Krystalle wurden in zwei verschiedenen Typen erhalten; der eine Typus ist dunkelgelb gefärbt und nach der c-Axe prismatisch verlängert; zwei Flächen von o, (111) und ($\bar{1}$11), waren häufig besonders gross entwickelt, so dass die Krystalle einen monoklinen Habitus hatten. Die Krystalle des zweiten Typus waren farblos und nach b(010) tafelförmig.

	Beobachtet:	Berechnet:
$c : o = (001) : (111) =$	*39° 8′	—
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	*79 21	—
$o : o = (111) : (\bar{1}11)$	58 8	58° 8′
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	47 30	47 32
$o : m = (111) : (110)$	50 58	50 52
$o : b = (111) : (010)$	66 6	66 14
$m : b = (110) : (010)$	50 15	50 20

Die gelb gefärbten Krystalle sind stark dichroïtisch; auf (110) ist der nach Fresnel parallel c schwingende Strahl hellgrüngelb, der hierzu senkrecht schwingende Strahl tiefgelb, mehr ins orange. Auf (001) ist der Unterschied geringer; der parallel a schwingende Strahl grüngelb, der $\|$ b schwingende Strahl orange. Der Farbstoff ist auf basischen Platten am Rande in geringerer Menge vorhanden als in der Mitte der Platten; er scheint daher hauptsächlich von den wachsenden Endflächen c eingeschlossen zu werden. Letztere fehlt den farblosen Krystallen des zweiten Typus.

Spaltbar sehr vollkommen nach b und c.

Auf (001) tritt das Axenbild sehr deutlich aus, und zwar sind die Hyperbelzweige aussen grün, innen roth, also $\varrho > v$. Axenebene ist (100).

Scheinbare Axenwinkel

	1. in Luft:	2. in Olivenöl:
für Li-Licht	41° 27′	27° 58′
- Na -	43 7	29 8
- Tl -	46 53	31 30

8. m-Nitrophenyltrimethylammoniumbromid $(C_6H_4.NO_2)(CH_3)_3N.Br$.

Dargestellt und krystallographisch untersucht von W. Brendler, Inaug.-Dissert. d. Univ. Würzburg 1899.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a:b:c = 0,8660:1:0,5361.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}$, $o = \{111\}$, $m = \{110\}$, $b = \{010\}$.

Theils bräunliche Krystalle, welche nach der c-Axe prismatisch verlängert sind; theils schwach gelblich gefärbte, nach c tafelförmige Krystalle.

Spaltbar vollkommen nach b und c.

	Gemessen:	Berechnet:
$c:o = (001):(111) =$	*39° 19′	—
$m:m = (110):(1\bar{1}0)$	*81 47	—
$o:o = (111):(1\bar{1}1)$	49 19	49° 0′
$o:m = (111):(110)$	50 46	50 51
$o:b = (111):(010)$	65 30	65 30
$o:o = (111):(\bar{1}11)$	57 14	57 14
$m:b = (110):(010)$	49 6	49 7

Das bromwasserstoffsaure und das salpetersaure Salz sind also krystallographisch nur sehr wenig von einander verschieden.

XXVIII. Zur Symmetrie der Krystalle.

Neunte Mittheilung.

Von

J. Beckenkamp in Würzburg.

(Mit 7 Textfiguren.)

12. Die Krystallformen der Cholsäure.

In früheren Mittheilungen wurde nachgewiesen, dass eine Reihe von Mineralien, die äusserlich nach den Gesetzen einer höheren Klasse eines Systems ausgebildet sind, mehr oder weniger innige Mischung von Partikeln darstellen, deren Symmetrie einer niederen Klasse desselben Systems entspricht, und welche nach den Gesetzen der Ergänzungszwillinge gegen einander orientirt sind. Sind die einzelnen Partikeln so klein, dass sie auch mikroskopisch nicht mehr unterschieden werden können, so erscheint der Krystall homogen, und eine solche homogene Mischung besitzt alle diejenigen geometrischen und physikalischen Eigenschaften, welche der Symmetrie der betreffenden höheren Klasse des Systems entsprechen. Nun lehrt die Erfahrung, dass bestimmte Zwillingsbildungen, sowohl Ergänzungszwillinge als auch Zwillinge anderer Art, nicht nur von der chemischen Zusammensetzung, sondern auch von den Umständen während der Bildung des Krystalles, von den Lösungsgenossen und dergleichen abhängen. Dasselbe Mineral erscheint deshalb an manchen Orten nur als einfaches Individuum, an anderen als Zwilling nach diesem oder jenem Gesetze.

Der Kalifeldspath findet sich nach G. vom Rath[1]) am Laacher See niemals als Zwilling, bei Baveno[2]) besonders häufig als Bavenoer Zwilling, bei Manebach in Thüringen[3]) meist als Karlsbader Zwilling, daneben aber auch als Zwilling nach dem Manebacher Gesetz. In Gesteinen kommen

1) Pogg. Ann. 1868, **135**, 462 und 561.
2) Vergl. C. Hintze, Handb. d. Min. **2**, 1383.
3) Vergl. ebenda 1368.

Zwillinge nach diesem letzteren Gesetz nur wenig vor; wenn sie aber in einem Gesteine irgendwo überhaupt vorkommen, dann stellen sie sich darin gern häufig ein. Es sind vorwiegend Quarzporphyre, die es zeigen[1]). Beim Quarz kommt das Dauphinéer Gesetz namentlich bei den Bergkrystallen der Alpen vor, das Brasilianische Gesetz ist charakteristisch für den Amethyst. Es ist deshalb zu erwarten, dass auch die homogen ausgebildeten Krystalle eines und desselben Körpers nicht immer die Symmetrie derselben Klasse eines Systems zeigen, da bei ihrer Entstehung die Bildung von Ergänzungszwillingen nach diesem oder jenem Gesetz begünstigt oder auch nicht begünstigt sein kann. Zur directen Prüfung dieser Folgerung eignen sich naturgemäss die künstlichen Krystalle besser als die Mineralien, da man bei ihnen die Krystallisationsbedingungen willkürlich ändern kann. Ich will hierzu die Krystallform der Cholsäure benutzen, da sie auch noch andere Eigenschaften von allgemeinerem Interesse besitzt.

Die Cholsäure existirt nach Mylius[2]) in drei verschiedenen Formen:

a) Die freie Cholsäure hat nach Mylius die Zusammensetzung $C_{24}H_{40}O_5$; nach P. Latschinow[2]) $C_{25}H_{42}O_5$. Nach Mylius erhält man die freie Säure durch Ausscheidung aus heissem Wasser, oder auch aus Isobutylalkohol. Nach Latschinow dagegen gelingt es in keiner Weise, dieselbe in Krystallen zu erhalten.

b) Das Hydrat. Wie schon Strecker[3]) nachgewiesen, erhält man aus Aetherlösung gut ausgebildete Krystalle der Cholsäure mit 1 Molekül H_2O; Mylius erhielt dieselben Krystalle in Nadelform, indem er eine kalte essigsaure Lösung der Cholsäure mit Wasser versetzt. Latschinow erhielt aus absolutem Aether dasselbe Hydrat erst nach ziemlich lange dauerndem Sieden und zwar nur in Form von sphärischen Drusen und Bündeln, die aus feinen Nadeln bestanden.

c) Das Alkoholat besitzt nach Strecker die Zusammensetzung $C_{24}H_{40}O_5$ + Alkohol, nach Latschinow $C_{25}H_{42}O_5 + \frac{1}{8}H_2O + \frac{7}{8}$ Alkohol. Es wird erhalten aus Lösungen von Methyl-, Aethyl-, Propyl-, Allylalkohol und Aethylenglycol. Strecker hatte geglaubt, dass die betreffenden Krystalle $2\frac{1}{2}$ Moleküle H_2O enthielten; Mylius fand, dass der betreffende Alkohol sich zu der Säure addirt.

Die Krystallform des Hydrates wurde zuerst von Kopp[3]) untersucht. Er fand dieselbe rhombisch mit »monoklinometrischem Habitus«; Fig. 1 stellt nach Kopp die von ihm gefundene Form dar; seine Krystalle waren aus ätherischer Lösung gewonnen; ich erhielt von Mylius Krystalle,

1) Rosenbusch, Mikroskopische Physiogr. d. Min. 3. Aufl. 1892, S. 428.
2) Ber. d. d. chem. Ges. 1887, **20** b, 3283.
3) Ann. d. Chem. u. Pharm. 1848, **67**, 5.

die aus verdünnter Essigsäure dargestellt waren; diese waren nadelförmig und zeigten die Form der Fig. 2. Da die Flächen *m* auf der einen Seite meist fehlten, so schloss ich auf eine Hemimorphie nach der Längsrichtung der Krystalle [1]). Die Auslöschung ist auf *c* und *a* parallel der Längsrichtung.

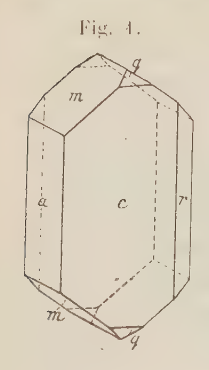


Fig. 1.

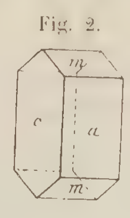


Fig. 2.

Das Alkoholat wurde ebenfalls zuerst von Kopp krystallographisch untersucht; er hielt die Krystalle für quadratisch, bald holoëdrisch, bald sphenoidisch-hemiëdrisch ausgebildet. Tenne [2]) erkannte aus dem optischen Verhalten, dass sie dem rhombischen Systeme angehören. Mir wurden die Krystalle mit den eben erwähnten verschiedenen Alkoholen von Herrn Mylius zur Bestimmung übergeben; ich fand, das der Eintritt des Alkohols eine bemerkbare Veränderung gegenüber dem Hydrat bewirkt, und zwar eine continuirliche, indem sich das Axenverhältniss mit dem höheren Molekulargewichte des Alkohols immer mehr dem des tetragonalen Systems nähert, und dass die Art der Ausbildung und das Axenverhältniss der Cholsäure mit Propylalkohol dem tetragonalen Systeme täuschend ähnlich sei.

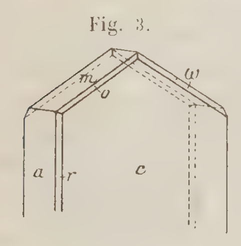


Fig. 3.

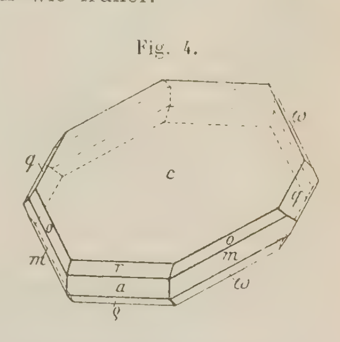
Die mir von Herrn Mylius als wasser- und alkoholfreie Cholsäure übergebenen Krystalle hatten die Form der Fig. 3. Die geometrische Untersuchung ergab, dass »der Eintritt des Wassers keinen nennenswerthen Einfluss auf das Axenverhältniss hat«. Die Krystalle waren, wie die vorhin als Hydrat erwähnten, hemimorph nach ihrer Längsrichtung; alle waren an dem einen Ende zu Büscheln verwachsen. Die optische Orientirung war bei diesen papierdünnen Tafeln nur auf der Fläche *c* zu bestimmen, die Auslöschung erfolgt parallel zur Längsrichtung.

Eine genauere optische Untersuchung dieser Krystalle wäre aus doppeltem Grunde erwünscht gewesen. Erstens, nachdem Latschinow die Existenz der freien Säure in Krystallform in Abrede gestellt, und nach meinen Messungen ein geometrischer Unterschied in der Krystallform der für wasserfrei gehaltenen Cholsäure und des Hydrats nicht nachzuweisen war, hätte die empfindlichere optische Bestimmung diese mehr chemische Frage nach der Existenz der freien Säure wohl entscheiden dürfen. Zweitens, nach dem geometrischen Befunde gehörten die Krystalle nach Kopp der mono-

1) Diese Zeitschr. 1886, **12**, 170.
2) Zeitschr. f. physiol. Chem. **10**, 175.

symmetrischen Klasse des rhombischen Systems an, und nach meinen Beobachtungen trat hierzu noch die Hemimorphie nach der Längsaxe. Es existirt nun weder eine monosymmetrische, noch eine monosymmetrisch-hemimorphe Klasse unter den bekannten 32 Krystallklassen. Beides veranlasste mich, die Bestimmung der Krystallform der für freie Cholsäure gehaltenen Krystalle und des Hydrats nochmals aufzunehmen. Ich fand die früher von mir gemessenen Alkoholate inzwischen völlig verwittert, dagegen die beiden anderen Formen noch ebenso frisch wie früher.

Fig. 4.



Eine nochmalige geometrische Untersuchung bestätigte meine frühere Angabe, dass die als freie Säure angesehenen Krystalle in der That nach der Längsrichtung hemimorph waren. Stellen wir die Krystalle so auf, dass der Fig. 4 entsprechend *a* vorn vertical, *c* nach vorn geneigt liegt, so können die beiden Flächen *m* entweder beide links oder beide rechts liegen. Die untersuchten Krystalle (etwa 20 Stück) waren von verschiedenen Büscheln entnommen und bei allen ohne Ausnahme lag *m* links.

Bei den nadelförmigen Krystallen des Hydrats ist die Unterscheidung von rechten und linken Krystallen schwieriger, weil *c* und *a* nicht ungleich gross entwickelt sind, und weil *m* auch vielfach ganz fehlt, aber es wurden Krystalle beobachtet, bei welchen *m* rechts und links auftritt, und auch einseitige mit rechten *m*-Flächen. Nach den Untersuchungen von F. Hoppe-Seyler[1]) und E. Vahler[2]) ist die alkoholische Lösung des Hydrats und des Alkoholats optisch activ und zwar rechtsdrehend. Da die von Kopp beschriebene Ausbildungsweise keine enantiomorphe Form besitzt, wohl aber die von mir angegebene hemimorphe, so entspricht letztere Beobachtung auch dem Pasteur'schen[3]) Gesetze. Der Versuch, auch durch elektrische Bestäubung die Hemimorphie zu bestätigen, war leider in Folge der Kleinheit der Krystalle erfolglos, doch schliesst das angegebene geometrische Verhalten jeden Zweifel an der Hemimorphie der für reine Cholsäure gehaltenen Krystalle aus.

Da die verwitterten Alkoholate in dieser Form doch keine Verwendung mehr finden konnten, so löste ich sie in einem Gemisch von Aether und Wasser auf; an der Grenze beider Flüssigkeiten setzten sich nach kurzer Zeit schöne klare Krystalle von der Form der Fig. 4 ab; dieselben waren zwar kleiner als die einzelnen Krystalle der früheren Büschel, dafür aber im Allgemeinen etwas dicker.

---

1) Journal für praktische Chemie 1863, **2**, 257.
2) Zeitschr. f. physiol. Chemie 1896, **21**, 253.
3) Vergl. diese Zeitschr. 1898, **30**, 327.

Der Habitus dieser Krystalle ist dem der von Kopp untersuchten, aus dem gleichen Lösungsmittel erhaltenen Krystalle gleich. Sie sind tafelförmig nach c, beiderseits symmetrisch ausgebildet. Ausser den von Kopp beobachteten Flächen c, a, r, m, q fand ich noch o, ω, ϱ. Da es sich zunächst um die Entscheidung handelte, ob die Krystalle dem rhombischen oder dem monoklinen Systeme angehören, so mögen zuerst die hierbei in Frage kommenden Winkelwerthe folgen.

Die von mir als »berechnet« angegebenen Werthe sind auf ein monoklines, die nach Kopp »berechneten« auf ein rhombisches Axenkreuz bezogen.

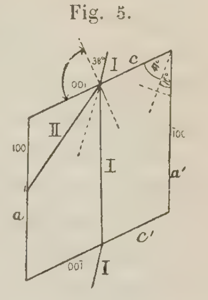
	Nach Beckenkamp		Nach Kopp	
	beobachtet:	berechnet:	beobachtet:	berechnet:
$r:a$ =	31° 5′	—	31°—32°	31° 7′
$r:c$ =	31 41	—	31 —32	31 7
$a:m$ =	54 9	53° 50′	54° 0′—54° 10′	54 1
$c:q$ =	—	54 17	54 0 —54 10	54 1
$r:\varrho$ =	94 17	91 4	—	90 0

Die von mir angegebenen beobachteten Werthe sind die Mittel aus einer grösseren Reihe von Beobachtungen. Der Winkel $r:a$ wurde bei einem Krystalle etwas grösser gefunden als $r:c$, aber das Mittel der im Allgemeinen bei meinen Krystallen nur um $\frac{1}{2}$ Grad schwankenden Winkel $r:a$ und $r:c$ neigt doch bestimmt dahin, dass $r:c > r:a$. q war bei meinen Krystallen nur äusserst klein und gab in der Zone $c:q$ leider kein Bild. Die Fläche ϱ habe ich nur zweimal beobachtet, sie war zwar nicht klein, aber gerundet, und in der Zone $r:\varrho$ konnten nur Schimmermessungen von geringer Zuverlässigkeit vorgenommen werden. Würden wir den Winkel $r:\varrho = 94^0$ der Berechnung zu Grunde legen, so würde, da der Winkel $c:a$ sehr zuverlässig ist, der Winkel $a:r$ noch bedeutend kleiner, also $c:r$ in demselben Maasse grösser werden, und dies würde sowohl den Beobachtungen Kopp's als auch den meinigen widersprechen. ϱ kann also nur als eine vicinale Fläche angesehen werden. Die obigen Winkelangaben lassen somit das monokline System für wahrscheinlicher gelten als das rhombische, doch würden auch bei der Annahme des rhombischen Systems die berechneten Winkelwerthe der als brauchbar erkannten Fläche innerhalb der Beobachtungsgrenzen liegen. Die Entscheidung kann daher nur auf Grund des physikalischen Verhaltens geschehen.

Die Krystalle zeigen eine sehr vollkommene Spaltbarkeit nach a, die entsprechende Spaltbarkeit nach c ist nicht vorhanden. Dies wäre allerdings bei Annahme einer monosymmetrischen Hemiëdrie des rhombischen Systems ebensowohl möglich, als bei Annahme des monoklinen Systems. Nur eindeutig ist aber das optische Verhalten.

Ausser der Spaltung nach *a* fand ich bei diesen dickeren Krystallen einen zwar sehr unvollkommenen Bruch nach einer zu *a* und *c* senkrechten Fläche, welcher aber zur vollständigen Bestimmung der Hauptauslöschungen genügt. Letztere bilden mit *c* Winkel von 47° bezw. 43°, mit *a* 16° bezw. 74° (vergl. Fig. 5).

Fig. 5.



Hiermit ist das rhombische System ausgeschlossen, das monokline allein möglich. Ebenso entschieden konnte an diesen Krystallen auch mit Hülfe des convergenten Lichtes das System erkannt werden.

Liegen die Krystalle auf $c' = (00\bar{1})$, so tritt eine optische Axe aus (001) unter 38° gegen die Verticale zu (001) geneigt. Legt man dagegen dünne Spaltungsblättchen nach *a* auf $a' = (\bar{1}00)$, so tritt aus (100) kein Axenbild in das Gesichtsfeld.

Sind die Flächen *a* und *c* so ausgebildet, dass die aufliegende Fläche nur klein ist im Vergleich zu den beiden Seitenflächen, dann können unter Umständen die Bilder der durch letztere ein- und austretenden Axen theils am Rande, theils mehr in der Mitte des Gesichtsfeldes erscheinen. Die Neigung der Axe I gegen die Normale zu *c* ist für die verschiedenen Farben nicht wesentlich verschieden, aber die Büschel sind nach der Mitte des Gesichtsfeldes zu blau gefärbt.

Das Hydrat der Cholsäure ist sonach monoklin.

$$a : b : c = 1,5389 : 1 : 1,5655; \quad \beta = 62^0\,46'.$$

		Gemessen:	Berechnet:
$a : r$	$= (100) : (101) =$	*31° 5′	—
$r : c$	$= (101) : (001)$	*31 41	—
$c : m$	$= (001) : (110)$	*74 20	—
$a : m$	$= (100) : (110)$	54 9	53° 50′
$c : o$	$= (001) : (111)$	48 23	48 34
$r : o$	$= (101) : (111)$	—	18 51
$m : r$	$= (110) : (101)$	59 40	59 39
$r : q$	$= (101) : (011)$	60 10	60 13
$c : q$	$= (001) : (011)$	—	54 17
$c : \omega$	$= (001) : (\bar{1}11)$	72 10	72 8
$c : \varrho$	$= (001) : (\bar{1}01)$	62 36	59 23
$\varrho : \omega$	$= (\bar{1}01) : (\bar{1}11)$	53 8	52 57
$\varrho : m$	$= (\bar{1}01) : (\bar{1}10)$	70 0	71 42

Sehr vollkommene Spaltbarkeit nach $a = \{100\}$.

Nachdem das physikalische Verhalten der aus Aetherlösung gewonnenen Krystalle bekannt war, gelang es auch, dasselbe sowohl an den aus Essig-

säure, als auch an den aus Isobutylalkohol ausgeschiedenen Krystallen wiederzufinden. Vor allen Dingen ist die völlige Gleichheit der Erscheinung im convergenten Lichte beachtenswerth. Die Neigung der Axe I gegen die Normale zu *c* und die Färbung der Büschel ist bei allen drei Arten durchaus gleich. Wenn der Gehalt an Krystallwasser auch auf die geometrische Form keinen merklichen Einfluss ausgeübt hätte, so müsste man doch, wie es vor allem die Beobachtungen an den Zeolithen[1]) beweisen, unbedingt einen Einfluss auf das optische Verhalten erwarten. Die völlige Uebereinstimmung der beobachteten Flächenwinkel und des physikalischen Verhaltens in Verbindung mit der erwähnten Angabe Latschinow's berechtigt zu dem Schlusse, dass auch die aus Isobutylalkohol erhaltenen Krystalle das Hydrat der Cholsäure sind.

Krystalle der »freien Cholsäure« existiren nicht, die Cholsäure krystallisirt nur als monoklines Hydrat und als rhombisches Alkoholat.

Dabei bleibt allerdings der Unterschied bestehen, dass die aus ätherischer Lösung erhaltenen Krystalle des Hydrates alle der prismatischen (holoëdrischen) Klasse, die aus Isobutylalkohol erhaltenen der sphenoïdischen (hemimorphen) Klasse des monoklinen Systems angehören. Erstere gehören also zu einer bilateral symmetrischen, letztere ebenso wie die Alkoholate zu einer enantiomorphen Klasse. Die alkoholische Lösung begünstigt also in allen Fällen die letzteren. Es scheint diese Thatsache mit der von F. Hoppe-Seyler und E. Vahler[2]) angegebenen Beobachtung im Zusammenhange zu stehen, dass der Alkohol die specifische Rotation der Cholsäure erhöht, d. h. die Bildung von Molekülgruppen mit rechtem Drehungssinne[3]) begünstigt. In diesem Falle werden daher auch im Wesentlichen nur gleichartige Partikel an der Zusammensetzung des Krystalles theilnehmen, bei der Ausscheidung aus ätherischer Lösung dagegen bilden rechte und linke Partikel homogene oder heterogene Zwillingskrystalle. Den geometrisch rechten Partikeln entsprechen bei der Cholsäure optisch linke Molekulargruppen. Will man den geometrischen und optischen Sinn gleichartig benennen, so braucht man nur die Fläche *c* zu $\{100\}$ und *a* zu $\{001\}$ zu machen, dann werden bei der gewöhnlichen Art der Aufstellung die rechten und linken Enden der Krystalle umgedreht.

Sowie hier rechte und linke, so treten in anderen Fällen gleichartige Partikeln in verschiedener Orientirung zu homogenen oder heterogenen Zwillingen zusammen und bilden dann Krystalle einer höheren Klasse. Um diese Variabilität der Klassification nicht zum Ausdrucke zu bringen, stellt

---

1) Vergl. F. Rinne, Sitzungsber. d. k. pr. Akad. d. Wiss. 1890, 1163. Diese Zeitschr. 1893, **21**, 410.

2) Zeitschr. f. physiol. Chem. 1896, **21**, 269.

3) Vergl. diese Zeitschr. 1898, **30**, 343.

man in der Regel den Körper in diejenige, an ihm beobachtete, Klasse, welche den niedrigsten Symmetriegrad hat; hiernach wäre die Cholsäure als monoklin-sphenoïdisch (hemimorph) zu bezeichnen.

13. Erweiterung des Symmetriebegriffes.

Nachdem bei den meisten Körpern, welche man früher der von Naumann aufgestellten »monoklinen Hemiëdrie« des rhombischen Systems zugerechnet hatte, später deren Zugehörigkeit zu anderen Klassen nachgewiesen wurde, war auch bei der Cholsäure dasselbe Resultat zu erwarten, sobald es möglich wurde, genaue optische Bestimmungen vorzunehmen; denn »selbst die Existenz dreier, mit mathematischer Genauigkeit auf einander senkrechter Zonen würde für uns keinen genügenden Grund abgeben, solche Krystalle in das rhombische System zu setzen«[1]. »Zwei Richtungen, welche in Bezug auf die äussere Form des Krystalles gleich gelegen sind, zeigen auch identisches physikalisches Verhalten. Dieses Princip ist so allgemein anerkannt, dass nicht selten die definitive Zugehörigkeit einer Krystallreihe zu einer oder der anderen krystallographischen Gruppe auf die physikalischen Eigenschaften der Krystalle gegründet worden ist. Indessen wäre es nicht rationell, die Klassification lediglich auf die Natur ihrer physikalischen Eigenschaften, im gewöhnlichen Sinne dieses Wortes zu gründen. Berücksichtigt man aber, dass die äussere Form der Krystalle selbst nur eine Folge der Wirkungsweise der Molekularkräfte ist, so ist man berechtigt, die Gesetze, welche diese Formen beherrschen, als physikalische zu betrachten«[2].

»Wir erkennen als verschiedene Gruppen nur solche an, welche sich durch die Zahl und die Anordnung der gleichwerthigen Richtungen unterscheiden, und wenn das Princip, dass Richtungen, welche in gleicher Beziehung zur Form stehen, auch gleiche physikalische Eigenschaften darbieten, während die Richtungen, welche in Bezug auf die äussere Form nicht gleich angeordnet sind, auch ungleiche physikalische Eigenschaften zeigen können, ein allgemein gültiges ist, so wäre unsere Klassification der Krystalle ebenso eine physikalische, wie sie eine geometrische ist«[3]. »Auf diesen Begriff (»der gleichen Richtungen«) wird nun unsere Klassification der Krystalle gegründet, in der Weise, dass wir in die gleiche Gruppe diejenigen Krystalle stellen, in denen die Zahl und die Anordnung der gleichen Richtungen dieselbe ist, und dass wir als verschiedenartig nur solche Gruppen anerkennen, welche sich in Bezug auf die Anordnung der gleichen Richtungen unterscheiden«[4].

---

1) Axel Gadolin: Ueber die Herleitung aller krystallographischen Systeme mit ihren Unterabtheilungen aus einem einzigen Princip. (1867) deutsch von P. Groth. S. 43

2) Ebenda S. 2. 3) Ebenda S. 70. 4) Ebenda S. 2.

Bekanntlich liegt dieses Gadolin'sche Princip unserer heutigen allgemein üblichen Eintheilung in 32 Symmetrieklassen zu Grunde. Ein Körper heisst symmetrisch, wenn er mindestens zwei gleiche Richtungen hat, fehlen solche, so heisst er asymmetrisch.

In meiner Publication: »Die Anomalien der Krystalle« vom Jahre 1889 bemerkte ich Folgendes: »Als Abweichungen von dem zweiten Gesetz (»Jede geometrische Symmetrie ist auch eine physikalische«) sind gewisse optische Erscheinungen, mit der geometrischen Symmetrie nicht übereinstimmende Aetzfiguren und die sich ebenfalls abweichend verhaltenden elektrischen Vertheilungen aufzufassen, welche bei jeder Aenderung des physikalischen Zustandes (Temperatur, Druck u. s. w.) auftreten und deren wichtigste unter dem Namen Thermo- oder Pyroëlektricität bekannt ist. Mit der fortschreitenden Entwickelung der Wissenschaft hat sich die Zahl der bekannten anomalen Fälle derart vergrössert, dass wir uns nunmehr der Erforschung der ihnen zu Grunde liegenden Ursachen nicht mehr verschliessen dürfen.« Die damals von mir gegebene Erklärung war folgende: »Während die Moleküle stets asymmetrisch sind, kann jedoch ihre Anordnung im Raume, ihre Gruppirung symmetrisch sein.« Die Worte »asymmetrisch« bezüglich »symmetrisch«, waren im vorhin definirten Sinne gebraucht.

Derselben Auffassung schliesst sich neuerdings auch Viola an in seiner interessanten Abhandlung: »Homogenität und Aetzung, allgemeine Asymmetrie der Krystalle«[1]). Er bemerkt: »Also unsymmetrisch ist ebenso der Aragonit, wie der Colemannit, sowie ein nach dem triklinen, monoklinen oder regulären Typus gebauter Krystall.« Da nun aber die Existenz dreier mit mathematischer Genauigkeit auf einander senkrechter Zonen bis jetzt beim Aragonit und Baryt, so lange man die Lage der Zonen nach den dem Rationalitätsgesetze entsprechenden (idealen) Flächen bestimmt, nicht anzuzweifeln ist, zumal sie auch mit der optischen Symmetrie im Einklange steht, so geht aus den Beobachtungen der Aetzfiguren hervor, dass die geometrische Symmetrie eine höhere ist als die physikalische, bezüglich chemische der Aetzfiguren, und dass demnach gerade die Voraussetzung Gadolin's, welche seiner Klassification ihre wesentliche Bedeutung verleihen sollte, nicht erfüllt ist. Die Eintheilung in 32 Klassen ist also nur eine geometrische, keine physikalische.

Indessen enthält die Gadolin'sche Definition der Symmetrie eine unnöthige Beschränkung. Die Aragonitmasse besitzt ebenso wie die Barytmasse in Bezug auf ihre Aetzfiguren eine Gesetzmässigkeit, welche nach der bisherigen Definition zwar nicht als Symmetrie bezeichnet werden darf, die aber mit dieser als vollständig gleichberechtigt angesehen werden muss. Die Aetzfiguren lassen sich auf die enantiopolaren Doppelrichtungen zurück-

1) Diese Zeitschr. 1899, 31, 97.

führen, welche innerhalb der drei erwähnten, auf einander senkrechten Zonen liegen. Diese drei Ebenen sind also nicht nur geometrisch und optisch, sondern auch in Bezug auf die Aetzfiguren und elektrisch bevorzugte Ebenen. Haben wir bei der Cholsäure eine geometrische Bevorzugung der drei von Kopp als rhombische Pinakoide angenommenen Ebenen im Wesentlichen deshalb nicht anerkannt, weil sie optisch nicht als solche existirten, so liegt beim Aragonit und Baryt in dem Zusammenfallen dieser Ebenen mit den optischen Symmetrieschnitten und den auch elektrisch bevorzugten Ebenen für alle Farben und für jede Temperatur ein genügendes Moment, um die allgemeine geometrische und physikalische Bevorzugung der drei Ebenen anzuerkennen.

Diese drei Ebenen sind geometrische Symmetrieebenen, wenn wir die idealen Flächenlagen zu Grunde legen. Ihre vicinalen Flächen stimmen jedoch in ihrer Orientirung mit den Aetzfiguren überein. Also mit Rücksicht auf die wirklich vorhandenen (Vicinal-) Flächen, besitzt die geometrische Form keine höhere Gesetzmässigkeit, als die Aetzfiguren.

Definiren wir dementsprechend: »Symmetrie ist das Vorhandensein geometrisch (für alle Temperaturen) bevorzugter Richtungen« und fügen wir als Kriterium, wie früher, hinzu, dass dieselben Richtungen auch physikalisch bevorzugt sind, dann kommen wir nicht mehr in die Verlegenheit, Formen von rhombischem, monoklinem, triklinem oder regulärem Typus in derselben Symmetrieklasse vereinigt zu finden.

Sollte gegen die hier ausgesprochene Verallgemeinerung des Begriffes geltend gemacht werden, dass wir hierdurch vielleicht zu Symmetrieklassen gelangen, welche sich durch regelmässige Punktsysteme nicht darstellen lassen, so hat diesen Vorwurf schon Viola zurückgewiesen[1]): »Sei es, dass wir die Gittertheorie Bravais' in Betracht ziehen, sei es, dass wir die einfachen und doppelten Punktsysteme betrachten, so müssen wir doch erkennen, dass solche Krystallstructuren nur geometrische Gebilde sind, wobei das physikalische Moment nur insofern eine Berücksichtigung gefunden hat, als die Symmetrie in die kleinsten Theile des Krystalles verlegt worden ist. Wie sich aber die physikalischen Erscheinungen im Inneren einer homogenen Materie ändern, das ist bei den bekannten Structurtheorien nicht berücksichtigt.«

Die Eintheilung der Krystalle in 32 Klassen ist ein künstliches System mit allen seinen Licht- und Schattenseiten. Ein Vorzug derselben besteht in der bestimmten mathematischen Definition. Diese und die Vermuthung, dass jede nach ihr geometrisch bestimmte Symmetrie auch eine physikalische sei, verdankt sie ihre Aufnahme, mehr noch bei den Mathe-

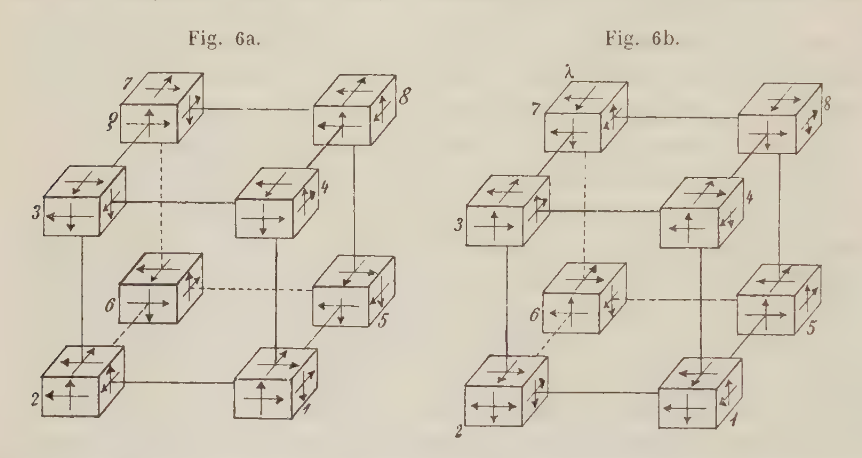
1) Diese Zeitschr. 1899, **31**, 114.

matikern und Physikern, als bei den Mineralogen. Bestätigt sich diese Vermuthung nicht, dann ist die Klassification werthlos.

Ein und derselbe Körper kann, wie wir bei der Cholsäure gesehen haben, in verschiedenen Klassen vorkommen, und für viele Klassen sind bis jetzt nur äusserst wenige, für manche sogar noch keine Vertreter gefunden, ohne dass es möglich wäre, hierfür eine Erklärung zu finden.

14. Die Symmetrieklassen des rhombischen Systems.

Unter Benutzung des Schemas der Fig. 6a oder auch 6b, welches auf Grund der Aetzfiguren, der vicinalen Flächen und des elektrischen Verhaltens des Aragonits und des Baryts construirt wurde[1]), und welches sich



inzwischen auch für verschiedene andere geometrische und physikalische Untersuchungen bewährt hat, mögen nunmehr die möglichen Symmetriearten des rhombischen Systems entwickelt werden.

A. Die Partikel bestehen aus einfachen Krystallmolekülen.

Besteht die Partikel aus einem Aggregat parallel geordneter Elementarmoleküle, so besitzt sie die Symmetrie, welche ich früher als »rhombisch-ogdoëdrisch« oder auch als »rhombisch-triënantiopolar« bezeichnet habe. Sie ist bei Aragonit und Baryt beobachtet, aber unter den 32 Klassen nicht enthalten. Als einfaches Individuum ist ein hierher gehöriger Krystall nicht zu erwarten. Hat etwa ein solcher am hinteren Ende der a-Axe aufgesessen, so sind die Partikeln von der Orientirung der Moleküle 1, 2, 3, 4 beim Wachsthum gleich begünstigt. Da nun die gegenseitigen Lagen 1 : 2 und 1 : 4, ebenso wie 2 : 3 und 3 : 4 Gleichgewichtslagen darstellen, so wird es immer möglich sein, dass wenigstens je ein Molekül in die eben erwähn-

1) Vergl. diese Zeitschr. 1897, **30**, 57.

ten Zwillingsstellungen gelangt, und dieses muss dann den Keim für eine Partikel in der betreffenden Orientirung liefern. Ein solcher Krystall wird daher wenigstens aus vier Einzelindividuen bestehen, welche äusserlich die Form eines rhombisch-hemimorphen Krystalles nachahmen.

Sind alle diese Zwillingsbildungen begünstigt, so besitzt die hierdurch veranlasste homogene Mischung geometrisch und physikalisch die Symmetrie eines holoëdrischen Krystalles.

Bilden nur zwei Partikeln, etwa 1 mit 2, homogene Zwillinge, so ist die Zwillingsbildung 3 : 4 genau in gleicher Weise begünstigt. Hat sich dann nur ein einziges Mal neben den Partikeln 1 und 2 die Partikel 3 oder 4 angelagert, dann wächst die homogene Mischung aus Partikeln von der Orientirung 3 und 4 ebenso weiter, wie die Mischung aus den 1 und 2 entsprechenden Partikeln. Es entsteht also ein Zwilling, der äusserlich als Ganzes wieder rhombisch-hemimorphe Form hat, dessen Theile aber rhombisch-monosymmetrische Symmetrie besitzen. Auch diese Symmetrieform ist unter den 32 Klassen nicht vertreten, beobachtet wurde sie ebenfalls beim Aragonit und Baryt[1]). Der Grund, dass sie an Krystallen früher nicht beobachtet wurde, liegt also an der stets begünstigten Zwillingsbildung.

Die Stellungen 1 und 3 bilden für sich allein keine Gleichgewichtslagen, daher ist auf diese Weise Hemimorphie der sphenoïdischen Hemiëdrie des rhombischen Systems nicht möglich.

Partikel in der Stellung 1, 3, 6, 8 könnten einen Vierling liefern, dessen äussere Umgrenzung der bisphenoïdischen Klasse (sphenoïdischen Hemiëdrie) entspräche.

Durch homogene Mischung dieser vier Partikel entsteht Holoëdrie.

Weitere symmetrische Anordnungen dieser aus einfachen Molekülen aufgebauten Partikel giebt es nicht. Es fehlen aber noch solche, welche auch bezüglich ihrer Masse physikalisch und geometrisch der bisphenoïdischen und der hemimorphen Klasse angehören. Hemimorphie kommt zu Stande, wenn die einzelnen Moleküle nach einer der drei Axen hemimorph sind, die bisphenoïdische Symmetrie durch Gruppenmoleküle.

B. Die Partikel bestehen aus zusammengesetzten Krystallmolekülen.

Schon früher[2]) wurden die einfachen Moleküle benutzt, um Molekularverbindungen mit höherer Symmetrie darzustellen.

Die Moleküle 1 + 2 der Fig. 6 liefern auf diese Weise eine der monosymmetrischen Hemiëdrie des rhombischen Systems entsprechende Gruppe. Bilden sich Partikel durch parallele Aggregation dieser Molekülgruppen,

1) Vergl. diese Zeitschr. 1897, **30**, 62.

2) Diese Zeitschr. 1898, **30**, 324.

so ist neben Partikeln von der Symmetrie und Orientirung 1 + 2 auch eine Partikel von der Symmetrie und Orientirung 3 + 4 zu erwarten, d. h. es muss ein Zwilling entstehen, der äusserlich rhombisch-hemimorphe Symmetrie besitzt, dessen Masse aber rhombisch-monosymmetrisch ist.

Die Moleküle 1, 3, 6, 8 liefern ein zusammengesetztes linkes, 2, 4, 5, 7 ein zusammengesetztes rechtes Molekül von bisphenoïdischer Symmetrie. Befinden sich in einer Lösung nur gleichartige[1]) einfache Moleküle, etwa nur von dem Typus ϱ der Fig. *a*, oder nur von dem Typus λ der Fig. *b*, so ist bei einem bestimmten Lösungsmittel die Bildung von rechten Gruppen nicht in gleicher Weise begünstigt oder erschwert, wie die Bildung von linken Gruppen. Befinden sich in der Lösung ungleichartige[2]) einfache Moleküle, also sowohl solche von Typus ϱ, als auch solche von Typus λ, so ist zwar die Bildung von rechten Gruppen des einen und linken Gruppen des anderen Typus in gleicher Weise begünstigt, aber zwischen rechten und linken Partikeln ist dann die Entstehung von Ergänzungszwillingen erschwert[3]).

Bei Fig. 6a richtet die aus lauter gleichen Molekülen ϱ bestehende linke Gruppe $\varrho l = (1, 3, 6, 8)$ nur magnetische Südpole nach aussen, die ebenfalls aus lauter gleichen Molekülen ϱ bestehende rechte Gruppe $\varrho r = (2, 4, 5, 7)$ nur Nordpole. Bei Fig. 6b richtet dagegen die linke Gruppe $\lambda l = (2, 4, 5, 7)$ nur Südpole nach aussen. In demselben Lösungsmittel sind daher beim Typus λ die rechten Gruppen λr ebenso begünstigt, wie beim Typus ϱ die linken Gruppen ϱl und umgekehrt. Hierauf beruht eine Möglichkeit der Trennung der Moleküle ϱ und λ von einander durch Krystallisation.

Derartige einfache Krystalle sind also theoretisch möglich und auch thatsächlich in grosser Zahl bekannt.

Die Gruppe 1, 2, 3, 4 giebt eine Molekularverbindung von rhombisch-hemimorphem Charakter. Zwillingsbildung ist in diesem Falle erschwert in Folge der elektrischen Polarität in der Richtung der hemimorphen Axe. Somit ist auch die Bildung einfacher Krystalle dieser Klasse möglich.

Ergänzungszwillinge sind auch in den zuletzt genannten Fällen natürlich nicht unmöglich; durch diese wird holoëdrische Symmetrie hervorgebracht.

Holoëdrie kann endlich dadurch zu Stande kommen, dass alle acht Moleküle eine feste Gruppe bilden, die sich, in paralleler Stellung wiederholend, eine Partikel von gleicher Symmetrie liefert.

Jedes Mineral ist, abgesehen von seiner chemischen Zusammensetzung, durch sein specifisches Gewicht, sein Axenverhältniss und seine Brechungsexponenten charakterisirt, Eigenschaften, welche von der Partikel bedingt sind. Homogene Mischungen aus gleichen Partikeln in verschiedener

1) Diese Zeitschr. 1897, **30**, 56.
2) Ebenda 1898, **30**, 344.
3) Vergl. ebenda 1897, **30**, 60.

Orientirung sind als isomorphe Mischungen gleicher Bestandtheile zu betrachten; sie haben demnach dieselben charakteristischen Eigenschaften, wie die entsprechenden einfachen Krystalle, wenn sie auch die Symmetrie einer höheren Klasse desselben Systems besitzen. Treten aber dieselben einfachen Moleküle zu Molekularverbindungen zusammen, d. h. bilden sie zusammengesetzte Moleküle, so liefern sie eine Partikel mit anderen charakteristischen Eigenschaften, d. h. ein anderes Mineral.

Im Allgemeinen bevorzugt erfahrungsgemäss jedes Mineral eine bestimmte Art der Zwillingsbildung d. h. eine bestimmte Klasse, indessen ist auch die Variabilität der Zugehörigkeit zu einer Klasse durch die Erfahrung hinreichend festgestellt. Das System dagegen ist schon in Folge des Axenverhältnisses für jedes Mineral charakteristisch.

C. Homogene Zwillinge rhombischen Charakters bestehen aus monoklinen Partikeln.

Ein rhombisches Verhalten kann auch durch homogene Zwillinge von monoklinen Partikeln zu Stande kommen, die nicht wie vorhin sich zu Ergänzungszwillingen mit parellelen und entgegengesetzten Axenrichtungen anordnen, sondern zu Zwillingspartikeln, deren Axen gegen einander schief gestellt sind. Die rhombischen Augite können als Beispiele gelten.

Aus dieser Ableitung der möglichen rhombischen Klassen ist ersichtlich, dass Krystalle von rhombischem Charakter sich auf recht verschiedene Art bilden können, und dass sich hierbei Partikeln von sehr einfachem Bau betheiligen. Es liegt nahe, hierauf das häufige Vorkommen des rhombischen Systems zurückzuführen.

XXIX. Die Klassen der Krystalle.

Von

A. Schmidt in Budapest [1]).

(Hierzu Tafel XVII und 6 Textfiguren.)

Die Krystalle sind homogene feste Körper, deren Eigenschaften an, wo immer gewählten, jedoch parallelen, gleichgerichteten und gleichlangen Geraden übereinstimmen, deren Eigenschaften aber in zwar gleichlangen, aber nicht parallelen oder nicht gleichgerichteten parallelen Geraden im Allgemeinen verschieden sind.

Aus sämmtlichen Eigenschaften der Krystalle kann geschlossen werden, dass sie aus elementaren kleinsten Theilen (Krystallmolekülen) bestehen, dass die Krystallkanten auf geraden Linien liegende Moleküle enthalten, dass die Krystallflächen aus den Molekülen der einer Ebene zugehörenden Kanten bestehen. Es kann auch behauptet werden, dass auf je einer Kante die Entfernung der Nachbarmoleküle gleich ist und dass diese bestimmte Entfernung auf parallelen Kanten dieselbe bleibt, auf nicht parallelen Kanten jedoch im Allgemeinen verschieden sei.

Diejenigen Richtungen, in welchen die gleichlangen Geraden in ihren Eigenschaften übereinstimmen, sind in den Krystallen gleichwerthig. Solche sind die parallelen, gleichgerichteten und gleichlangen Kanten. Demzufolge ist an gleichwerthigen Kanten die Entfernung der eigenen Nachbarmoleküle auf einer jeden Kante als identisch zu betrachten.

Diejenige Regelmässigkeit, nach welcher die gleichwerthigen Richtungen nothwendig zusammengehören, bildet die Symmetrie der Krystalle.

1. In den symmetrischen Krystallen gehören zu einer jeden Richtung nothwendigerweise noch eine oder mehrere, mit ihr gleichwerthige Richtungen, und zwar so, dass die auf eine bestimmte Krystallkante als Pro-

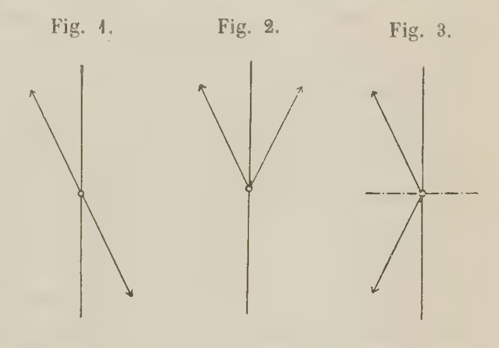
---

1) Nach dem ungarischen Original »Math. és term. tud. Értesitö« 1900, **18**, 102 vom Verf. mitgetheilt.

jectionsaxe bezogenen Projectionen der in diesen zusammengehörenden gleichwerthigen Richtungen abgemessenen gleichlangen Geraden, auf die Richtung und Abmessung der Projectionsaxe bezogen, ihrem absoluten Werthe nach gleich sind (Projectionssatz).

2. Die in Rede stehende Krystallkante ist die allgemeine Symmetriegerade. Ist die Zahl der von derselben bedingten gleichwerthigen Richtungen zwei, und sind ausserdem die beiden letzteren mit der allgemeinen Symmetriegeraden in einer Ebene, so wird dieselbe einfache Symmetriegerade genannt. Mit der einfachen Symmetriegeraden gelangt man zu drei Gattungen der Symmetrie.

a) Beide zusammengehörige gleichwerthige Richtungen liegen auf einer Geraden (Fig. 1). Dies ist die auf einen Punkt bezügliche Symmetrie, wo beide Richtungen einer jeden Geraden, die durch ein Molekül gehen, gleichwerthig sind. Dieses Molekül ist der Symmetriepunkt (Punkt der Symmetrie).



b) Die Projectionen beider zusammengehörenden gleichwerthigen Richtungen sind absolut und auch relativ gleich (Fig. 2). Dies ist die auf eine Gerade bezügliche Symmetrie, und die sie bestimmende Kante kann jetzt als Symmetriegerade bezeichnet werden.

c) Die zwei zusammengehörenden gleichwerthigen Richtungen liegen nicht auf einer Geraden, und ihre Projectionen sind nur ihren absoluten Werthen nach gleich (Fig. 3).

Dies ist die auf eine Ebene bezügliche Symmetrie, denn jetzt befinden sich die beiden zusammengehörenden gleichwerthigen Richtungen zu der Ebene einer Krystallfläche in spiegelbildlich gleicher Lage.

Zwei auf diese Art zusammengehörige gleichwerthige Krystallflächen bestimmen nämlich eine einzige Kante, welch' letztere daher zu der Symmetriegeraden senkrecht sein muss. Dasselbe gilt auch für zwei andere zusammengehörende gleichwerthige Krystallflächen, und legt man diese vier Flächen durch ein und dasselbe Molekül der Symmetriegeraden, so bestimmen die eben besprochenen beiden Kanten eine Krystallfläche, welche die im Eingange aufgeführte Symmetrieebene darstellt.

3. Da die allgemeine Symmetriegerade im einfachsten Falle als einfache Symmetriegerade in ihrer Wirkung mit der in 2. dargelegten Bedeutung des Symmetriepunktes, der Symmetriegeraden und der Symmetrieebene gleichbedeutend ist, soll die Symmetrie der Krystalle vor allem aus dem Gesichtspunkte dieser drei Gattungen behandelt werden.

Zur Darstellung der von der Symmetrie bedingten gleichwerthigen zusammengehörenden Richtungen dienen die Kugelprojectionen der Taf. XVII.

4. Die sämmtlichen Richtungen der nicht symmetrischen Krystalle (asymmetrischen Kr.) sind ungleichwerthig (Tafel XVII, Fig. 1).

5. Sind in einem Krystalle mehrere Symmetriepunkte vorhanden, so müssen diese selbst gleichwerthig sein, da die parallelen und gleichen Richtungen gleichwerthig sind. Demzufolge kann ein jedes Molekül des betreffenden Krystalles als Symmetriepunkt gelten, und es wird daher immer nur von einem einzigen Symmetriepunkt gesprochen (Centrum der Kugel).

6. Sind in einem Krystalle mehrere Symmetriegeraden oder Symmetrieebenen vorhanden, so können diese im Krystalle wo immer angetroffen werden, was ebenfalls die Folge der Gleichwerthigkeit der parallelen und gleichen Richtungen ist. Es wird daher die Symmetriegerade von einer einzigen Kante, die Symmetrieebene von einer einzigen Fläche bestimmt (Durchmesser, resp. grösster Kreis der Kugel).

7. Wenn andere Symmetriegattungen als eine Symmetriegerade nicht vorhanden, so sind die beiden entgegengesetzten Richtungen jener selbst von verschiedenem Werthe (sie ist polare Gerade). Ebenso sind die Richtungen in einer Symmetrieebene, falls sonstige Symmetriegattungen fehlen, selbst von polarer Natur (polare Ebene).

8. Besitzt ein Krystall ausser dem Symmetriepunkte noch eine oder mehrere Symmetriegeraden, so kann der Symmetriepunkt immer ein Molekül der Symmetriegeraden sein. Es werden deshalb die Symmetriegeraden immer als einander in einem Molekül schneidende betrachtet, und wenn es dabei auch noch einen Symmetriepunkt giebt, so ist dieser letztere das gemeinsame Molekül.

Wenn in einem Krystalle ein Symmetriepunkt und eine oder mehrere Symmetrieebenen vorhanden sind, kann der Symmetriepunkt ebenfalls immer das gemeinsame Molekül der Symmetrieebenen sein, und beim Vorhandensein von Symmetrieebenen ist der Symmetriepunkt das gemeinsame Molekül dieser Ebenen.

Im Allgemeinen können daher Symmetriepunkt, Symmetriegeraden und Symmetrieebenen immer in einem gemeinsamen Molekül zusammentreffen Mittelpunkt der Kugel).

Alle diese Sätze sind Schlussfolgerungen aus der Gleichwerthigkeit von parallelen und gleichen Richtungen.

9. Mehrere Symmetriegeraden müssen auch zu einander angemessen symmetrisch sein. Dasselbe gilt ferner sowohl für mehrere Symmetrieebenen, als auch für das Zusammentreffen von Symmetriegeraden und Symmetrieebenen, was aus dem Begriffe der Symmetriegattungen folgt.

10. Sind Symmetriepunkt und Symmetriegerade neben einander vor-

handen, dann sind beide Richtungen der Symmetriegeraden gleichwerthig (diese sind **axiale** Geraden).

Mehrere Symmetriegeraden oder Symmetrieebenen können auch untereinander gleich- oder ungleichwerthig sein.

11. Symmetriepunkt und eine Symmetriegerade zusammen bestimmen eine Symmetrieebene (Taf. XVII, Fig. 5), welche zur Symmetriegeraden senkrecht steht. In diesem Falle sind zwar die beiden Richtungen der Symmetriegeraden gleichwerthig, aber ihre entgegengesetzten Richtungen können mit einander nicht derart vertauscht werden, dass mit ihnen zugleich auch alle von der Symmetrie bedingten zusammengehörenden gleichwerthigen Richtungen deckbar ausgetauscht werden könnten.

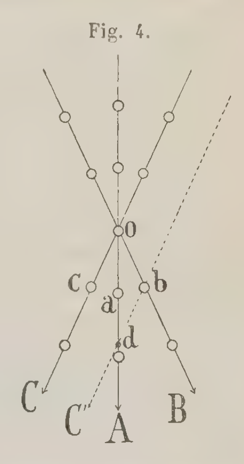
Die mit einander auf analoge Weise gleichwerthigen Symmetriegeraden oder Symmetrieebenen sind spiegelbildlich gleichwerthig.

12. Zwei Symmetriegeraden allein müssen immer senkrecht zu einander sein, und wenn sie von ungleichem Werthe sind, so giebt es noch eine dritte, mit ihnen beiden nicht gleichwerthige, Symmetriegerade, welche letztere auf beiden rechtwinkelig steht (Taf. XVII, Fig. 6). In diesem Falle sind beide Richtungen jeder Symmetriegeraden gleichwerthig, und vertauscht man die entgegengesetzten Richtungen je zweier derselben, so werden auch mit ihnen alle zusammengehörenden gleichwerthigen Richtungen deckbar ausgetauscht.

Die auf analoge Weise gleichwerthigen Symmetriegeraden oder Symmetrieebenen sind deckbar gleichwerthig.

13. Ist die Zahl der gleichwerthigen, in einer Ebene liegenden und einander in einem Molekül schneidenden Symmetriegeraden n, wo n naturgemäss eine zwischen 1 und ∞ liegende, beliebige positive Zahl sein kann, dann sind dieselben zu einander nur dann symmetrisch, wenn zwei unmittelbar benachbarte Symmetriegeraden den Winkel $\frac{\pi}{n}$ einschliessen. Ist auf einer beliebigen von ihnen, oA, (Fig. 4) die Entfernung zweier unmittelbar benachbarter Moleküle oa, so muss auch auf den unmittelbar benachbarten Symmetriegeraden oB und oC diese bestimmte Entfernung die gleiche, also $ob = oc = oa$ sein. Zieht man durch das Molekül b eine Gerade bC' parallel mit oC, so ist ersichtlich, dass sie auch auf der Geraden oA im Punkte d ebenfalls ein Molekül treffen muss, und zwar so, dass $bd = oc = oa$. Dies trifft aber nur dann zu, wenn das Verhältniss zwischen od und oa Null oder eine ganze Zahl ist. Da aber

Fig. 4.



$$\frac{od}{oa} = \frac{od}{ob} = \frac{\sin\left(\pi - \frac{2\pi}{n}\right)}{\sin\frac{\pi}{n}},$$

so ist es klar, dass dieser Bedingung nur die folgenden Werthe von n entsprechen, wenn nämlich:

$$n = 1, \quad \frac{od}{oa} = -2, \quad \frac{\pi}{n} = 180^0,$$

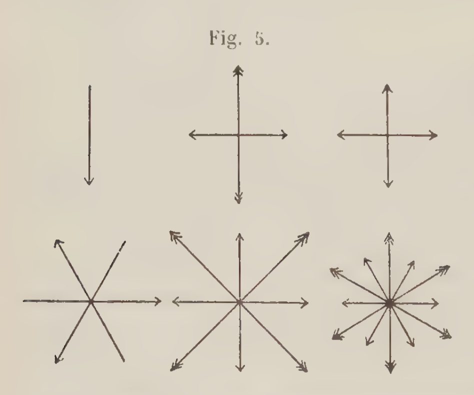
$$n = 2, \quad \frac{od}{oa} = 0, \quad \frac{\pi}{n} = 90^0,$$

$$n = 3, \quad \frac{od}{oa} = 1, \quad \frac{\pi}{n} = 60^0 \quad \text{und}$$

$$n = \infty, \quad \frac{od}{oa} = 2, \quad \frac{\pi}{n} = 0^0.$$

Da aber der Fall $n = \infty$, dass nämlich alle Richtungen dieser Ebene gleichwerthig sind, der Erfahrung nach nur bei amorphen homogenen festen Körpern eintritt, so ist es zweifellos ersichtlich, dass in Krystallen die Zahl der in einer Ebene liegenden gleichwerthigen Symmetriegeraden nur eins, zwei oder drei sein kann.

Fig. 5.



14. Die Zahl der Symmetriegeraden einer Ebene kann daher mit Rücksicht auf die gegenseitige Werthigkeit derselben nur 1, 2, 3, 4 oder 6 sein, es existiren also zusammen 6 verschiedene Fälle (Fig. 5).

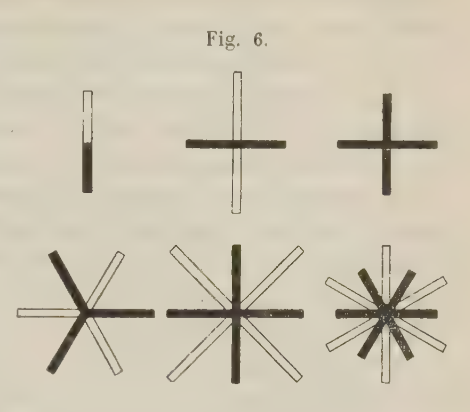
15. Da die Symmetrieebene immer eine Krystallfläche ist, so kann die Ebene der Symmetriegeraden auch eine Symmetrieebene sein.

Ist aber in der Symmetrieebene eine Symmetriegerade gelegen, so haben wir auch eine zweite, mit der ersten ungleichwerthige, zu ihr senkrechte und die Symmetriegerade enthaltende Symmetrieebene. Dieser Satz kann auch umgekehrt werden, dass die gemeinsame Kante zweier, rechtwinkelig zu einander gestellter, ungleichwerthiger Symmetrieebenen eine Symmetriegerade bildet (Taf. XVII, Fig. 7).

Demnach, wenn in allen Fällen der Symmetriegeraden einer Ebene die Ebene der Symmetriegeraden zugleich eine Symmetrieebene ist, so können senkrecht zu dieser Symmetrieebene noch so viele von ihr verschiedenwerthige Symmetrieebenen vorhanden sein, wie dies die Zahl der in einer

Ebene liegenden Symmetriegeraden angiebt. Auf diese Art ist auch die Zahl der in einer Geraden zusammentreffenden Symmetrieebenen bestimmt, daher kann der Satz ausgesprochen werden, dass auch die Zahl der sich in einer Geraden treffenden Symmetrieebenen nur 1, 2, 3, 4 oder 6 sein kann, zusammen sechs verschiedene Fälle (Fig. 6).

Fig. 6.



16. Da zu einer Symmetriegeraden noch eine zu ihr senkrechte möglich ist, wenn man die Fälle der in einer Ebene liegenden Symmetriegeraden und die auf ihr senkrechte Symmetriegerade, mit Berücksichtigung des Werthes derselben, in Betracht zieht, so folgen die nachstehenden Anordnungen derselben:

a) 3 verschiedenwerthige, zu einander senkrechte Symmetriegeraden (Taf. XVII, Fig. 6);

b) 5 Symmetriegeraden, und zwar vier in einer Ebene, die fünfte senkrecht zu den übrigen und ungleichwerthig mit ihnen (Taf. XVII, Fig. 12);

c) 3 gleichwerthige, zu einander senkrechte Symmetriegeraden (Taf. XVII, Fig. 28);

d) 7 Symmetriegeraden, und zwar sechs in einer Ebene, die siebente von den übrigen verschiedenwerthig und zu ihnen senkrecht (Taf. XVII, Fig. 24) und

e) 9 Symmetriegeraden, je vier in drei zu einander senkrechten Ebenen (Taf. XVII, Fig. 29).

17. Die Untersuchung sämmtlicher Fälle der in einer Geraden zusammentreffenden Symmetrieebenen und der auf ihr senkrechten Symmetrieebene, mit Rücksicht auf den Werth dieser Ebenen liefert folgende Anordnungen:

a) zwei, zu einander senkrechte, verschiedenwerthige Symmetrieebenen (Taf. XVII, Fig. 7);

b) 4, in einer Geraden zusammentreffende Symmetrieebenen (Taf. XVII, Fig. 14);

c) 3 verschiedenwerthige, zu einander senkrechte Symmetrieebenen (Taf. XVII, Fig. 8);

d) 5 Symmetrieebenen, vier in einer Geraden zusammentreffend, die fünfte zu ihnen senkrecht und von den übrigen verschiedenwerthig (Taf. XVII, Fig. 15);

e) 3 gleichwerthige und zu einander senkrechte Symmetrieebenen (Taf. XVII, Fig. 30);

f) 4 Symmetrieebenen, und zwar treffen sich drei in einer Geraden, die vierte ist senkrecht zu ihnen und verschiedenwerthig (Taf. XVII, Fig. 22);

g) 9 Symmetrieebenen, davon drei gleichwerthige und zu einander senkrechte, sechs untereinander gleichwerthige, welch letztere zu zweien auf den vorigen drei Ebenen senkrecht gestellt sind (Taf. XVII, Fig. 32) und

h) 7 Symmetrieebenen, und zwar sechs einander in einer Geraden treffende, die siebente ist von ihnen verschiedenwerthig und zu ihnen senkrecht (Taf. XVII, Fig. 27).

In den Fällen, in welchen die Symmetrieebenen senkrecht zu einander stehen, bildet ihr Zusammentreffen zugleich eine Symmetriegerade, deren Werth dem Werthe der zusammentreffenden Ebenen entspricht. Es folgt auch, dass, a), b) und f) ausgenommen, in den anderen Fällen auch der Symmetriepunkt vorhanden ist.

18. Die sämmtlichen möglichen Symmetriegeraden einer Ebene geben, von Wiederholungen abgesehen, die folgenden Fälle:

a) eine Symmetriegerade (Taf. XVII, Fig. 3) und

b) drei gleichwerthige Symmetriegeraden (Taf. XVII, Fig. 18).

19. Alle möglichen, einander in einer Geraden treffende Symmetrieebenen, von den Wiederholungen abgesehen, liefern die nachstehenden Anordnungen, und zwar:

a) eine Symmetrieebene (Taf. XVII, Fig. 4),

b) drei Symmetrieebenen (Taf. XVII, Fig. 20) und

c) sechs Symmetrieebenen (Taf. XVII, Fig. 26).

20. Da der Symmetriepunkt mit allen Symmetriegattungen verbunden möglich ist, so ergiebt sich aus den in 16., 17., 18. und 19. behandelten Fällen, von Wiederholungen abgesehen, noch Folgendes:

a) Symmetriepunkt, eine Symmetriegerade und eine zu ihr senkrechte Symmetrieebene (Taf. XVII, Fig. 5),

b) Symmetriepunkt, drei einander in einer Geraden treffende Symmetrieebenen und drei zu ihnen einzeln senkrechte Symmetriegeraden (Taf. XVII, Fig. 21).

21. Wenn man noch die Fälle mit der auf den Punkt bezüglichen Symmetrie (Taf. XVII, Fig. 2) und mit der Asymmetrie (Taf. XVII, Fig. 1) in Betracht nimmt, so ergeben sich im Sinne der vorangehenden Sätze 22 verschiedene Klassen der Krystalle. In einer jeder dieser Klassen sind die zu einer beliebigen Richtung gehörenden und mit dieser nothwendigerweise gleichwerthigen sonstigen Richtungen durch die in ihnen enthaltende Symmetrie eindeutig sicher bestimmt.

22. Während die einfache Symmetriegerade mit zwei zusammengehörenden und mit ihr in einer Ebene liegenden gleichwerthigen Richtungen verknüpft ist (s. 2. S. 621), bedingt die mehrfache Symmetriegerade mehr als zwei, nothwendigerweise zusammengehörende gleichwerthige Richtungen,

die aber nicht alle mit der mehrfachen Symmetriegeraden in einer Ebene liegen.

Die mit der mehrfachen Symmetriegeraden zusammentreffenden gleichwerthigen Kanten bestimmen gleichwerthige Krystallflächen; die Anordnung der letzteren um die in ihrer Ebene liegende mehrfache Symmetriegerade kann nur eine derartige sein, dass sie, in Verbindung mit den aus der einfachen Symmetriegeraden fliessenden Symmetriegattungen, im Sinne von § 13., 14. und 15. mögliche Krystallklassen entstehen lässt.

Wenn man die im Vorhergehenden abgeleiteten 22 Krystallklassen vergleichend studirt, so wird auch die Regelmässigkeit auffallen, dass von ihnen die auf Tafel XVII in den Fig. 5, 8, 15, 27 und 32 dargestellten Klassen gewissermassen als Typen, Stammklassen, betrachtet werden können[1]), sodass aus ihren relativ maximalen Symmetrien die ihnen vorangehenden Krystallklassen durch Abnahme der Symmetrie abgeleitet werden können. Da dies auch umgekehrt werden kann, ist es klar, dass alles aus dem Gesichtspunkte der Krystallflächen Gesagte im Allgemeinen auch die mehrfache Symmetriegerade betrifft.

23. Die mehrfache Symmetriegerade enthält daher im Sinne des vorigen Paragraphen die gleichwerthigen, nothwendigerweise zusammengehörenden Krystallrichtungen entweder

a) in zwei zueinander rechtwinkeligen gleichwerthigen Ebenen oder

b) in drei, miteinander paarweise 60^0 einschliessenden, ebenfalls gleichwerthigen Ebenen.

Diese Ebenen treffen sich in der mehrfachen Symmetriegeraden, welche daher zweifache oder dreifache Symmetriegerade genannt werden mag.

24. Die zweifache Symmetriegerade bestimmt drei Klassen der Krystalle (Taf. XVII, Fig. 9, 10, 13), durch die dreifache Symmetriegerade entstehen fünf weitere Krystallklassen (Tafel XVII, Fig. 16, 17, 19, 23, 25). Unter diesen Klassen enthalten die mit 13., 19. und 25. bezeichneten senkrecht zur mehrfachen Symmetriegeraden je eine Symmetrieebene.

Es leiten sich endlich aus den Symmetriegattungen der als 15. und 32. bezeichneten Klassen noch die Folgenden ab, und zwar:

a) zwei zueinander senkrechte Symmetrieebenen, deren Schnittlinie eine Symmetriegerade bildet, und zu dieser letzteren senkrecht sind noch zwei, untereinander gleichwerthige Symmetriegeraden, die Neigung der Symmetrieebenen halbirend, vorhanden (Taf. XVII, Fig. 11) und

b) sechs gleichwerthige Symmetrieebenen, so dass beim Zusammentreffen je zweier derselben drei gleichwerthige, zu einander senkrechte Symmetriegeraden entstehen (Taf. XVII, Fig. 31).

1) Dieselben waren auch die zuerst erkannten Klassen, die »Krystallsysteme«.

25. Auf diese Art entstehen eine asymmetrische und 31 symmetrische, zusammen 32 Klassen der Krystalle.

Die Regelmässigkeit der symmetrischen Klassen wird von einem einzigen Satze, dem **Projectionssatze** festgestellt, laut welchem zu jeder Richtung noch eine oder mehrere, mit ihr nothwendigerweise gleichwerthige andere Richtungen gehören, wobei der absolute Werth ihrer auf eine Krystallkante (allgemeine Symmetriegerade) bezogenen Projectionen gleich ist (§ 1).

Nach dem Projectionssatze bildet also die einfache Symmetriegerade — welche den Symmetriepunkt, die Symmetriegerade und die Symmetrieebene als Symmetriegattungen liefert —, ferner die zweifache und die dreifache Symmetriegerade die Symmetrieelemente. Der Zusammenhang dieser Symmetrieelemente ist gewissermassen reciprok, da gewisse Symmetrien miteinander verbunden zugleich andere Symmetrien ergeben.

Andererseits gelangt man von einzelnen Klassen einfacherer Symmetrie mittelst Zunahme der Symmetrie zu anderen Klassen, oder umgekehrt: aus den als 5., 8., 15., 27. und 32. bezeichnete Klassen können durch Abnahme der in ihnen enthaltenen, relativ maximalen Symmetrie die sämmtlichen übrigen Klassen abgeleitet werden.

In den Klassen 2 bis 8 sind die Symmetriegattungen nicht gleichwerthig, daher findet man in denselben nur die einfache Symmetriegerade, dagegen sind in der 9.—32. Klasse, wo auch die Symmetriegattungen gleichwerthig werden, zugleich mehrfache Symmetriegeraden vorhanden.

Obwohl jede der 32 Krystallklassen unabhängig und eindeutig bestimmt ist, sind sie doch in gegenseitiger Beziehung zu einander, und da eben dieser Beziehung halber andere Klassen nicht zu finden sind, ist mit ihnen auch die Zahl der Krystallklassen endgültig festgestellt.

Diese 32 Krystallklassen bilden einen der Grenzsteine von hoher Bedeutung für unsere krystallographischen Kenntnisse im 19. Jahrhundert, deren erste Darlegung die Wissenschaft bekanntlich J. Fr. Chr. Hessel (1830) verdankt[1].

Erläuterung von Tafel XVII.

Die oberhalb liegenden Pole sind durch Punkte, die unten liegenden hingegen durch kleine Kreise gekennzeichnet. Der Symmetriepunkt erscheint dort, wo es nothwendig ist, denselben anzugeben, als ein kleiner Stern, die Symmetriegeraden sind Durchmesser, die Symmetrieebenen endlich sind durch dickere Durchmesser oder Bögen bezeichnet. Die Werthigkeit der einzelnen Symmetriegattungen ist durch die Bezeichnung oder den Farbenton kenntlich gemacht. In den einzelnen Klassen sind die allgemeinsten zusammengehörigen gleichwerthigen Richtungen angegeben.

1) Ostwald's Klassiker der exacten Wissenschaften, Nr. 88 und 89, Leipzig 1897.

XXX. Auszüge.

---

1. O. Mügge (in Königsberg i. Pr.): **Krystallographische Untersuchung der Anisenyltetrazotsäure** (Tschermak's min. u. petrogr. Mitth., herausg. von Becke, Wien 1898—99, **18**, 241—250).

Die aus verdünntem Alkohol erhaltenen Krystalle der untersuchten Säure ($CH_3OC_6H_4CN_4H$) sind von J. Colman[1]) im Lossen'schen Laboratorium dargestellt worden.

Krystallsystem: Triklin holoëdrisch.

$$a:b:c = 1,1984:1:0,8679;$$

$\alpha = 73^0 32'$ $\beta = 123^0 14'$ $\gamma = 84^0 52'$
$A = 66\ 29$ $B = 126\ 54$ $C = 72\ 14$

Beobachtete Formen: $a = \{1\bar{1}0\}$, $b = \{110\}$, $c = \{10\bar{1}\}$, $s = \{001\}$, $d = \{010\}$, $e = \{100\}$, $f\{011\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$b:a = (110):(1\bar{1}0)$	$=$ *92° 39′	—
$b:d = (110):(010)$	52 5	52° 9′
$b:c = (110):(\bar{1}01)$	*107 28	—
$b:s = (110):(001)$	*81 15	—
$a:s = (1\bar{1}0):(001)$	*51 59	—
$a:c = (1\bar{1}0):(10\bar{1})$	85 29	85 47
$a:e = (1\bar{1}0):(100)$	37 15	37 2
$a:d = (1\bar{1}0):(010)$	35 16	35 12
$s:c = (001):(\bar{1}01)$	*43 48	—
$s:d = (001):(0\bar{1}0)$	66 29	66 29
$s:e = (001):(100)$	52 57	53 6
$s:f = (001):(011)$	43 18	43 18
$c:f = (\bar{1}01):(011)$	55 34	55 25
$c:d = (\bar{1}01):(0\bar{1}0)$	76 6	76 38
$e:f = (100):(011)$	66 48	67 11
$e:d = (100):(010)$	106 58	107 46
$e:b = (100):(110)$	55 33	55 37

Die Krystalle erreichten meist nur 1—2 mm Grösse; die Reflexe waren nicht sehr gut. Der Habitus der Krystalle ist sehr wechselnd. Meistens sind sie säulenförmig nach c und b, am Ende von a begrenzt. s und d fehlen

1) Dissertation Königsberg 1896, S. 12. Ann. d. Chem. 1897, **298**, 110.

dann oder sind klein. Mitunter werden sie bei sonst ähnlicher Ausbildung dünntafelig nach c, seltener nach b. Vereinzelt kommen auch nach a und b säulenförmig entwickelte Krystalle, zum Theil mit grosser d-Fläche vor. Ganz selten sind tafelförmig nach c entwickelte Krystalle mit grossem s und den seltenen Flächen e und f. Die Aetzfiguren auf den Flächenpaaren von c und b sprechen für Holoëdrie. Kundt'sche Versuche waren resultatlos. Mehr als die Hälfte der Krystalle sind verzwillingt und zwar nach drei Gesetzen:

1. Zwillingsebene $s = \{001\}$. Contact- und Durchkreuzungszwillinge, keine Viellinge. Krystalle kurz säulenförmig nach b und c oder tafelig nach c.

	Gemessen:	Berechnet:
$(\bar{1}01):(\underline{10\bar{1}})$ =	$92^0\,38'$	$92^0\,23'$
$(\bar{1}10):(\underline{1\bar{1}0})$	76 5	76 1
$(010):(\underline{0\bar{1}0})$	46 27	47 3
$(110):(\underline{\bar{1}\bar{1}0})$	17 56	17 29

2. Zwillingsaxe die Kante $s : c = [010]$. Dünntafelig nach c, seitlich von sehr schmalen Flächen s, b und a begrenzt. Von jedem Individuum nur eine Hälfte entwickelt.

	Gemessen:	Berechnet:
$(\bar{1}\bar{1}0):(\underline{\bar{1}\bar{1}0})$ =	$76^0\,5'$	$75^0\,22'$
$(\bar{1}10):(\underline{\bar{1}10})$	108 0 ca.	109 26

Die Flächen s und $\underline{s}$, c und $\underline{c}$ sind parallel. Das Gesetz wurde auch durch die Aetzfiguren und das optische Verhalten bestätigt. Die Zusammensetzungsfläche (R) liegt in der Zone der Zwillingsaxe. Nach mikroskopischen Beobachtungen ist sie in demselben Sinne, aber etwas stärker als s gegen c geneigt und zwar etwa:

$$R : c = 51^0\,59', \qquad R : s = 8^0\,10'.$$

Würde die Zusammensetzungsfläche die Lage des rhombischen Schnittes für a und b haben, nämlich annähernd $(1 \,.\, 0 \,.\, 2{,}3)$, so würde sich berechnen

$$R : c = 55^0\,25\tfrac{1}{2}', \qquad R : s = 11^0\,37'.$$

Verf. glaubt daher, dass die Zusammensetzungsfläche dem rhombischen Schnitte entspricht; doch liess sie sich nicht freilegen, und die seitlichen Flächen der Blättchen waren zu schmal und undeutlich, als dass sich genauere Messungen hätten vornehmen lassen.

3. Zwillingsaxe die Kante $s : d = [100]$. Nur einmal beobachtet an einem nach der Zwillingsaxe langgestreckten, nach d dicktafeligen Krystalle. Von beiden Individuen (s, a, b, c) war nur die Hälfte entwickelt.

	Gemessen:	Berechnet:
$(1\bar{1}0):(\underline{1\bar{1}0})$ =	$98^0\,19'$	$97^0\,20'$
$(10\bar{1}):(\underline{10\bar{1}})$	94 24 ca.	92 49

Trotz der grossen Differenzen ist das Gesetz sicher durch den genauen Parallelismus zwischen den s- und d-Flächen der beiden Individuen und durch die Lage der Aetzfiguren auf d und d. Die Zusammensetzungsfläche liegt anscheinend annähernd parallel s. Würde sie dem rhombischen Schnitte für die Flächen a und b entsprechen (ungefähr $0 \,.\, \bar{1} \,.\, 5{,}3$), so würde sich ergeben:

$$R : d = 59^0\,41', \qquad R : s = 6^0\,48'.$$

Optische Eigenschaften. Durch $c = \{\bar{1}01\}$ tritt eine optische Axe A mit starker Dispersion aus. In den Zwillingen nach dem 2. Gesetz ist $\measuredangle A : \bar{A}$ für $Na = 9^0 8'$, die Neigung einer jeden optischen Axe zur Normalen auf c $12^0 39'$. Auf Spaltflächen nach $s = \{001\}$ tritt die spitze negative Bisectrix etwas schief aus. Der Winkel zur Normalen in Luft für Na-Licht beträgt $5^0 33'$. An einem solchen Spaltblättchen wurden in Cassiaöl gefunden:

$$
\begin{aligned}
2H_{Li} &= 80^0 39' \\
2H_{Na} &= 81 \quad 1 \\
2H_{\text{blau}} &= 81 \quad 47 \text{ (für Kupfer-Ammoniumlösung)}
\end{aligned}
$$

Daraus ergiebt sich auf Grund der unten folgenden Angabe über β:

$$
\begin{aligned}
2V_{Li} &= 74^0 15' \\
2V_{Na} &= 74 \quad 48 \\
2V_{\text{blau}} &= 75 \quad 51
\end{aligned}
$$

Dispersion der Mittellinien wurde nicht wahrgenommen. Die Ebene der optischen Axen liegt annähernd senkrecht zur Kante $s : c$. Die dieser Kante benachbarte Auslöschungsrichtung auf s bildet mit ihr einen Winkel von $1\frac{1}{2}^0$ im spitzen Winkel der Kanten zu c und b. Auf c ist die Auslöschung schlecht messbar, weil die optische Axe nur einen kleinen Winkel mit der Plattennormale bildet. An Zwillingen nach [010] wurde sie zu etwa 11^0 im spitzen Winkel der Kanten zu s und b gefunden. An einem von s und c gebildeten Prisma konnte β annähernd bestimmt werden, da die Axe der mittleren optischen Elasticität der Kante $s : c$ annähernd parallel geht.

$$
\left.\begin{aligned}
\beta \text{ roth} &= 1,6821 \\
\beta \text{ gelb} &= 1,6922 \\
\beta \text{ blau} &= 1,7071
\end{aligned}\right\} \text{ mit Auerlampe}
$$

$$\beta_{Na} = 1,6876$$

Ferner wurden folgende intermediäre Brechungsindices gemessen:

$$
\left.\begin{aligned}
\gamma \text{ roth} &> 1,7901 \\
\gamma \text{ gelb} &> 1,8057 \\
\gamma \text{ blau} &> 1,8393
\end{aligned}\right\} \text{ mit Auerlampe}
$$

$$
\begin{aligned}
\gamma_{Na} &> 1,8046 \\
\alpha \text{ roth} &< 1,5935 \\
\alpha \text{ gelb} &< 1,5972 \\
\alpha \text{ blau} &< 1,6020
\end{aligned}
$$

Danach nimmt Verf. $\gamma - \alpha$ zu ungefähr 0,43 für Gelb an, also eine aussergewöhnlich hohe Doppelbrechung.

Cohäsionseigenschaften. Härte sehr gering. $s = \{001\}$ ist eine sehr vollkommene Spaltfläche. Aus einer feinen Streifung, sowie durch Experiment erschliesst Verf. in überzeugender Weise die Existenz leichter Translation parallel der Kante $s : d$; und zwar findet diese in Richtung und Gegenrichtung gleich leicht statt. Die Translationsebene (001) ist gleichzeitig die häufigste Zwillingsebene, die Translationsrichtung [100] die häufigste Zwillingsaxe. Es existirt also hier dieselbe interessante Beziehung zwischen Translationsebene und -richtung auf der einen, Zwillingsebene und -axe auf der anderen Seite, wie bei $KMnCl_3.2$ aq, und beim Cyanit.

Ref.: W. Salomon.

2. R. Schubert (in Prag): **Whewellit vom Venustiefbau bei Brüx** (Tschermak's min. u. petr. Mitth. 1898—99, 18, 251—254; vergl. auch diese Zeitschr. 32, 623).

In der Nähe von Brüx (Nordböhmen) wurden in dunklen, zahlreiche Blattabdrücke enthaltenden Letten beim Abteufen von Schächten linsenförmige, concretionäre Gebilde gefunden, die aus Whewellitfasern bestehen. Der Durchmesser der Linsen erreicht im Maximum 4 cm, ihre Dicke in der Mitte 2,5 mm. Der mittelste Theil zeigt unregelmässige Orientirung, der Rand radiale Anordnung der Individuen. Der Gehalt an *Ca* wurde spectroskopisch und mikrochemisch, der an Oxalsäure makro- und mikrochemisch nachgewiesen. Beim Erhitzen im Kolben entwichen nicht sehr grosse Mengen von Wasser. Das spec. Gew. der durch Thon etwas verunreinigten Stücke schwankt von 2,243 (Rand) bis zu 2,288 (Mitte). Härte ungefähr 3. β (weiss) wurde beim Einbetten in Canadabalsam gleich dem Brechungsexponenten des Mediums gefunden und daher gleich 1,549 gesetzt. $V = 44^0 26'$ (im weissen Lichte). Scheinbarer Axenwinkel in Luft nicht mehr messbar. Die Symmetrieaxe ist stumpfe Bisectrix und Axe der grössten optischen Elasticität, das Zeichen also positiv. Die spitze Bisectrix steht annähernd senkrecht auf einer Spaltfläche. Auf (010) wurde schiefe Auslöschung beobachtet.

Ref.: W. Salomon.

3. P. O. Böhmig (in Leipzig): **Beiträge zur Kenntniss der Gesteine des Greifensteins** (Ebenda 261—303).

Die Arbeit enthält folgende neue Fundortsangaben. Andalusit und Sillimanit als Contactbildungen im Glimmerschiefer an dem Granit des Greifensteins, Ottrelith anscheinend als normaler Gemengtheil eines in den Glimmerschiefer übergehenden, freilich vom Granit contactmetamorph beeinflussten Schiefers. Topas und Fluorit treten nicht bloss in dem Granit, sondern auch in den veränderten Glimmerschiefer- und Amphibolit-Einschlüssen auf.

Ref.: W. Salomon.

4. K. von Kraatz-Koschlau (†) und **L. Wöhler** (in Karlsruhe): **Die natürlichen Färbungen der Mineralien** (Ebenda 304—333 u. 447—468).

E. Weinschenk (in München): **Natürliche Färbung der Mineralien** (Ebenda 1899, 19, 144—147).

J. Koenigsberger (in Freiburg i. Br.): **Ueber die färbende Substanz im Rauchquarz** (Ebenda 148—154).

G. Spezia (in Turin): **Ueber die Färbung des Zirkons** (Atti R. Acc. d. Scienze. Torino 1899, 34, 638—642).

A. Nabl (in Wien): **Ueber färbende Bestandtheile des Amethysten, Citrins und gebrannten Amethysten** (Sitz.-Ber. Wien. Akad. Wiss. mathem.-naturw. Kl. 1899, 108, Abth. IIb, 48—57).

Derselbe: natürliche Färbungen der Mineralien (Tschermak's min. u. petrograph. Mitth. 1900, 19, 273—276).

v. Kraatz-Koschlau und Wöhler suchen in ihren Arbeiten den Nachweis zu geben, dass im Gegensatze zu Weinschenk's[1]) Anschauung doch eine

1) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1896, 48, 704. — Zeitschr. f. anorg. Chemie 1896, 12, 375. — Diese Zeitschr. 1897, 28, 135. — Vergl. auch das Referat in dieser Zeitschr. 1899, 30, 655.

sehr grosse Anzahl von dilut gefärbten Mineralien ihre Färbung organischen Substanzen verdanken. Sie gehen dabei von der Voraussetzung aus, dass der »qualitative Nachweis der organischen Substanz als färbendes Agens erbracht« sei, wenn »dieselbe beim Glühen den Geruch organischer Substanz (nach verbranntem Fett) zeigt, sich zugleich entfärbt, mit Kupferoxyd gemischt oder für sich im Sauerstoffstrome geglüht, Kohlensäure, die durch Trübung von Kalkwasser erkannt wurde, entwickelt«. Als gleichbedeutend fassten sie die Beobachtung auf, dass bei bestimmten Mineralien beim Erwärmen mehr oder weniger starke Phosphorescenz (Pyrophosphorescenz) stattfand, »so lange Farbe und Geruch wahrnehmbar waren, dass aber nach längerem, eventuell im Sauerstoffstrome ausgeführtem Glühen sich für alle diese Charaktere negative Resultate ergaben«. Ausserdem glaubten sie in mehreren Fällen beim Glühen Kohleabscheidung, bedingt durch die Zersetzung organischer Substanz, zu beobachten. Auch quantitative Bestimmungen wurden durchgeführt, indem C und H durch Elementaranalyse in O-Strome unter den nöthigen Vorsichtsmassregeln bestimmt wurden. Unter diesen Voraussetzungen glaubten sie den Nachweis zu geben, dass die Färbung von Fluorit, Apatit, Baryt, Cölestin, Anhydrit, Steinsalz, Kalkspath, Zirkon, Rauchtopas, Amethyst, Mikroklin, Turmalin (Rubellit) und Topas durch organische Substanzen bedingt sei.

Beim Fluorit stützen sich die Verf. ausser auf ihre eigenen Bestimmungen noch auf die älteren Wyrouboff'schen und constatiren an 13 Vorkommnissen die nach ihren Voraussetzungen beweisenden Erscheinungen; es sind das: 1. Wölsendorff, dunkelviolett; 2. Zinnwald, dunkelviolett; 3. Ehrenfriedersdorf, dunkelviolett; 4. Striegau, dunkelviolett; 5. Durham, dunkelviolett; 6. Schneeberg, dunkelviolett; 7. Joachimsthal, dunkelviolett; 8. Weardale, violett und grün; 9. Hoher Säntis, graugrün; 10. Münsterthal, grün und hellviolett; 11. Beaujolais, grün; 12. Hesselbach, hellgrün; 13. Göschenen-Alp, rosa. Quantitativ erhielten sie:

				C%	H%
im Flussspath	von	Wölsendorf (violett)		0,017	0,0038
-	-	- Schneeberg	-	0,014	0,0038
-	-	- Weardale	-	0,010	0,008
-	-	- Cumberland (blau u. grün)		0,009	0,002
-	-	- Beaujolais (grün)		0,0095	0,0025
-	-	- Hesselbach (grün)		0,008	0,01
-	-	- Durham (gelb)		0,007	0,0025
-	-	- Cumberland (farblos)		0,00	0,00

Beim Wölsendorfer Fluorit erhielten sie durch Destillation im zugeschmolzenen H-erfüllten Rohre einige Tropfen einer gelblichen, öligen Flüssigkeit.

Aehnliche Erscheinungen wie beim Fluorit erhielten sie an vier Apatitvorkommnissen. Die violetten[1]) und die grünen Krystalle von Ehrenfriedersdorf sowie die schmutziggrauen von Zinnwald wurden vollständig farblos, grüne Krystalle von Canada dagegen gelb. Blauer Baryt, Cölestin, Anhydrit und blauer und violetter Calcit zeigten Pyrophosphorescenz[2]), der Anhydrit »liess vor der vollkommenen Entfärbung deutliche Kohleabscheidung erkennen« und ergab in 12,3 g 0,02% C und 0,011% H.

---

1) In 4,5 g gefunden 0,018% C, 0,014% H.
2) Der Cölestin allerdings nicht immer.

Beim blauen Steinsalz wurden zum Vergleiche mit den natürlichen Vorkommnissen nach Giesel und Kreutz violette, braune und blaue Krystalle durch Erhitzen mit metallischem *Na* im geschlossenen Glasrohre hergestellt. Die künstlichen Krystalle zeigten keine Pyrophosphorescenz, dagegen aber beim Auflösen im Wasser *H*-Entwickelung und deutliche alkalische Reaction, die natürlichen Krystalle verhielten sich umgekehrt. Eisen konnte in 2 g gepulvertem, natürlichem blauem *NaCl* nicht nachgewiesen werden. Nach vorangegangener Entfärbung natürlicher blauer Krystalle beim Erhitzen wurde nie, wie Kreutz beobachtet zu haben glaubt, eine Wiederfärbung wahrgenommen.

Im Zirkon soll im Gegensatze zu Spezia's früheren Untersuchungen zwar Eisen vorhanden, aber nicht gleichmässig vertheilt und daher jedenfalls nicht die Ursache der diluten Färbung sein. Organische Substanz als färbendes Agens wird auch hier durch Gewichtsabnahme beim Glühen und durch Pyrophosphorescenz erschlossen. Durch Elementaranalyse wurden im Zirkon von Arendal 0,016 % *C* und 0,013 % *H* in 3,2887 g, in uralischen Zirkonen bei 3,5622 g 0,016 % *C* und 0,018 % *H* gefunden.

Beim Rauchquarz wurden »Pyrophosphorescenz, organischer Geruch, Gewichtsabnahme beim Glühen, Bräunung des weissen Pulvers beim Uebergiessen mit H_2SO_4« beobachtet und quantitativ CO_2, sowie *N*, letzteres aber nicht sicher nachgewiesen. Eine *Ti*-Reaction, wie sie Weinschenk erhalten zu haben glaubte, konnten die Verf. trotz wiederholter mit 6 g, bezw. 4 g und 0,75 g angestellter Versuche nicht beobachten, obwohl bei Zusatz von 0,0001 g Titan die Reaction sich sofort intensiv bemerkbar machte. Dagegen ergaben 6 g Substanz 0,04 % *C* und 0,0073 % *H*.

Amethyst zeigt Pyrophosphorescenz, Gewichtsabnahme und gestattet den quantitativen Nachweis organischer Substanz und zwar in 13,9 g 0,009 % *C* und 0,005 % *H*.

Grüner Mikroklin oder Amazonenstein von Pike's Peak, Mt. Desert und aus dem Ural liessen organischen Geruch, Kohleabscheidung und schwache Pyrophosphorescenz erkennen. In 7,28 g wurden 0,05 % *C* und 0,0145 % *H* gefunden. Möglicherweise ist etwas Phosphorwasserstoff vorhanden.

Beim Topas zeigten Krystalle von San Louis Potosi (Mexico), Villa rica (Brasilien) und vom Schneckenstein übereinstimmend organischen Geruch und Pyrophosphorescenz. Dabei werden aber die brasilianischen Krystalle nicht dauernd farblos, sondern nach dem Erkalten hellrosa bis rothviolett. Aus den Schneckensteiner Topasen wurden durch Destillation unter Luftabschluss wenige Tropfen »eines gelblichen Oeles erhalten, welches nach seiner Unlöslichkeit in Laugen und Säuren, sowie nach seinem stark empyreumatischen Geruche und seiner Löslichkeit in Ligroïn und Aether als Kohlenwasserstoff anzusprechen ist«. Auch *N* wurde in kleinen Mengen bestimmt nachgewiesen. Auch an dem brasilianischen Topas wurde, abgesehen von dem hier nicht gelungenen Nachweise von *N*, dasselbe Resultat erhalten, so dass die Verf. hier sowohl eine organische wie eine anorganische Substanz als färbendes Agens annehmen. In 7,5 g des brasilianischen Topases wurden bestimmt: 0,0076 % *C* und 0,0098 % *H*, in 15 g des Schneckensteiner Vorkommens: 0,0272 % *C* und 0,011 % *H*.

In der zweiten Arbeit derselben Verf. werden erstens die Untersuchungen über organische Färbungen vervollständigt, zweitens Mittheilungen über anorganische Färbungen gemacht. In grossen Mengen (800 g) von käuflichem Zirkon von Henderson Co., N. C., wurden eine stickstoffhaltige und eine andere, nur durch

ihren Geruch wahrnehmbare organische Substanz nachgewiesen, die erstere unter anderem auch durch Darstellung von Ammoniumplatinchlorid. Die Verf. sind der Ansicht, dass das erhaltene Ammoniak erst secundär im Zirkon durch Zersetzung complicirterer organischer Verbindungen beim Glühen entsteht. In ähnlicher Weise wurden aus 225 g Rauchquarz vom St. Gotthard deutliche, wenn auch kleinere Mengen von NH_4Cl erhalten.

Im Amethyst gelang es den Verf. im Gegensatz zu A. Nabl (s. unten) trotz sorgfältigster Prüfung nicht, auch nur Spuren von S nachzuweisen, so dass ihnen die von Nabl behauptete Färbung durch Rhodaneisen unwahrscheinlich ist.

Beim Citrin von Caëtetes, Brasilien, wurde während der Erhitzung Geruch nach organischer Substanz beobachtet. Beim Erkalten nimmt das entfärbte Material von Neuem eine allerdings viel hellere gelbliche Farbe an, so dass die Verf. hier neben organischer Substanz als wesentlichem Färbemittel auch noch anorganische als unwesentliches annehmen. Pyrophosphorescenz wurde nicht wahrgenommen.

Auch Feuerstein zeigt diese Erscheinung nicht, wird aber beim Glühen unter Verbreitung starken organischen Geruches heller und lässt sich im elektrischen Lichtbogen zu einem vollständig weissen Glase schmelzen.

Im blauen Cölestin von Gemböck wurden mikroskopisch zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse organischer Natur nachgewiesen, so dass das hier erhaltene Destillationsproduct auch von den Verf. nicht mit Sicherheit als das Färbemittel angesehen wird. Immerhin ist es interessant, dass in ihm mehrere zum Theil sicher N-haltige organische Substanzen nachgewiesen wurden.

Bei den im zweiten Theile dieser zweiten Arbeit der Verf. angestellten Versuchen war wieder Voraussetzung, dass beim Erhitzen eines gefärbten Minerales im schwer schmelzbaren Reagenzrohre über dem Bunsenbrenner »organische Farbstoffe stets verschwinden«, beständige Färbungen also mit Sicherheit als anorganisch betrachtet werden können.

Färbungen durch Chrom. Die Verf. nehmen, ganz abgesehen von allgemein als durch Chrom gefärbt anerkannten Mineralien, wie Chrom-Granat, -Spinell, -Diopsid, Fuchsit, Kämmererit, auch noch in einer ganzen Reihe von anderen Mineralien das Chrom als Färbemittel an, so im Rubinspinell, in Rubin und Sapphir, im geglühten Topas von Villa rica, im Smaragd, Wulfenit, Vanadinit. Hinsichtlich des Rubinspinells stützen sie sich auf den durch Wöhler[1]) erfolgten Nachweis von Chrom, hinsichtlich des Rubin und Sapphir auf Frémy's und Verneuil's Herstellung künstlicher, durch Chrom gefärbter Krystalle, so wie auf eigene Versuche. Es ist aber zu bemerken, dass Morozewicz künstliche, durch Eisenoxyde gefärbte Korunde von rosa, gelblicher, grünlichgelber, hellblauer und röthlicher Farbe erhielt und daraufhin im Gegensatze zu Frémy und anderen Forschern für das Färbemittel der natürlichen Sapphire und Rubine das Eisen in verschiedenen Gemengen seiner Oxydationsstufen hält. Das negative Ergebniss, das die Verf. beim Versuche der Färbung von Thonerde durch Eisen erhielten, beweist also nichts. Ebenso stützt sich hinsichtlich der violetten Rubine und der violetten Farbe des geglühten Topases von Villa rica die Annahme der Verf. lediglich darauf, dass es ihnen nicht gelang, Mn darin nachzuweisen. Für die Smaragde basiren sie sich auf den von Wöhler, Hofmeister, Rose und Williams gegebenen Nachweis von Chrom und das negative Ergebniss

1) Mineral. Analyse, S. 24.

ihrer eigenen Prüfung auf *Fe* und *Mn*. — Beim Wulfenit nehmen sie im Gegensatze zu Groth Chrom und nicht organische Substanz als Färbemittel an, weil die rothe Farbe des Wulfenites von Yuma (Arizona) auch nach dem Glühen erhalten bleibt und weil von Johnston, G. Rose und Schrauf in Krystallen einer Reihe von Fundorten Chrom in Spuren nachgewiesen worden ist. Dasselbe Ergebniss übertragen sie auch auf den Vanadinit, »der die gleiche Farbe wie Wulfenit besitzen kann und auf den gleichen oder ähnlichen Lagerstätten vorkommt wie dieser«, obwohl sie zugeben, dass für beide Mineralien auch V_2O_5 der färbende Bestandtheil sein könne.

Färbungen durch Titan. Durch eine Reihe von Versuchen machen es die Verf. in der That sehr wahrscheinlich, dass Ti_2O_3 die Farbe des Melanits und des schwarzen Anatases bedingt, während sie für Rauchquarz im Gegensatze zu Weinschenk nicht nur aus dem negativen Ergebnisse der Prüfung auf Titan, sondern auch aus der schnellen Entfärbung beim Schmelzen im elektrischen Ofen unter denselben Bedingungen, bei denen der Melanit ein deutlich braunes Gas liefert, auf ein organisches Färbemittel schliessen. Für den Rutil gelang es festzustellen, dass 1. reiner Rutil farblos ist; 2. der blau- bis grünschwarze Rutil (und analog mit ihm der Anatas) seine Farbe theilweiser Reduction der Titansäure (zu Sesqui- oder Monoxyd), das im TiO_2 dilut vertheilt ist, verdankt; 3. die rothe Rutilfarbe auf Gegenwart von Eisen, das bei hoher Temperatur eingewirkt hat, zurückzuführen ist; 4. dem Vanadingehalte keine wesentliche Mitwirkung bei der Färbung zukommt.

Färbung durch Nickel. Chrysopras verliert beim Erhitzen Wasser, riecht nach organischen Substanzen und zeigt vorübergehend Kohleabscheidung. Den Verf. gelang es, Kohlensäure (durch Einleiten in Kalkwasser) und Nickel nachzuweisen. Sie nehmen daraufhin als Färbemittel eine organische Nickelverbindung an. Beim Schmelzen im elektrischen Ofen wird die Masse farblos bis hellgelblich.

Färbung durch Mangan. Die Verf. wiesen in einer Reihe von gefärbten Axiniten (nelkenbraun bis pflaumviolett) Mangan leicht nach, während Titan nicht auffindbar war. Im elektrischen Ofen wurde das Material zu einem vollkommen durchsichtigen, braunvioletten Glase geschmolzen. Auch Wasserglas nahm bei der Behandlung mit Mangansulfat bez. Braunstein bräunlichviolette bez. tiefviolette Farbe an. Doch ist dazu so viel Mangan nöthig, dass es dann stets leicht analytisch nachzuweisen ist.

Färbung durch Eisen. In Schwerspath von Mowbray, Frizington, Cumberland (sog. Phantombaryt), der ausgezeichnet zonaren Bau aufweist, wurde in einer dilut gelb gefärbten, aber ausserdem noch Pyritkryställchen einschliessenden Zone das Eisen und der Schwefel bestimmt und dadurch gezeigt, dass die gelbe Färbung von Eisen, nach den Verf. Eisenhydroxyd, hervorgerufen wird.

Gegen die Voraussetzungen, bez. Beobachtungen oder Schlüsse der beiden Verff. wenden sich Spezia, Koenigsberger, Weinschenk und Nabl. Spezia hatte vor einer Reihe von Jahren als Ursache der rothen Färbung der ceylonischen Zirkone Eisenoxyd angegeben[1]). Er zeigt nun durch eine Reihe von Versuchen, dass die entgegengesetzte Meinung von K. v. Kraatz und Wöhler nicht richtig ist. Er beobachtete, dass durch Erwärmung unter Oxydation die bereits entfärbten Zirkone ihre Farbe wieder annehmen und zwar in der gleichen,

---

1) Atti R. Acc. Sc. Torino 1876, **12**, 37. Ref. diese Zeitschr. **1**, 399.

oft schon ursprünglich unregelmässigen Vertheilung, die sie vor der Entfärbung aufwiesen. Er zeigt ferner, erstens dass ein entfärbter und dann durch Oxydation wieder gefärbter Zirkon bei erneutem Erhitzen in einem nicht reducirenden Medium nicht mehr entfärbt wird, und zweitens, dass sehr intensiv roth gefärbte Stellen von Krystallen bei der Erwärmung in nicht reducirenden Medien überhaupt nicht vollständig entfärbt werden. Drittens aber erhitzte er gefärbte Krystalle einige Zeit lang bis zur Entfärbungstemperatur, steigerte erst dann die Temperatur und constatirte, dass die vorgewärmten Krystalle ihre Farbe behielten, während nicht vorgewärmte, zusammen mit jenen jetzt auf dieselbe Temperatur erhitzte Krystalle sie verloren. Bringt man aber die vorgewärmten, später durch die höhere Temperatur nicht entfärbten Krystalle in die Reductionsflamme des Lötrohrs, so verlieren sie ihre Farbe. Daraus schliesst Spezia mit Recht, dass die von Kraatz und Wöhler nachgewiesene organische Substanz bei der Erwärmung als Reductionsmittel für das Eisenoxyd dient und dass die Farbe der Zirkone ganz oder wesentlich von diesem bedingt ist.

J. Koenigsberger hat die Kraatz-Wöhler'schen Versuche am rosarothen Fluorit von der Göschenen-Alpe und an mehreren Rauchquarzen zum Theil mit ausserordentlich grosser Exactheit und Schärfe wiederholt und kommt dabei gleichfalls zu ganz entgegengesetzten Ergebnissen. Zunächst wurde in dem Fluorit eine Kohleabscheidung nicht beobachtet. Es wird ferner als sehr unwahrscheinlich angesehen, dass die von Wyrouboff und Kraatz-Wöhler erhaltenen farblosen Destillate aus Flussspäthen die färbende Substanz der Krystalle sein sollen.

Beim Rauchquarz wird gezeigt, dass die Bräunung des Pulvers beim Uebergiessen mit H_2SO_4 genau so eintritt, wenn man Monobromnaphtalin oder irgend eine andere starke lichtbrechende Flüssigkeit nimmt und daher zweifellos nur durch verringerten Reflexionsverlust bedingt wird. Es wird ferner hervorgehoben, dass die Pyrophosphorescenz keineswegs als ein Beweis für das Vorhandensein organischer Substanz angesehen werden kann, dass sie sogar nach Klatt und Lenard schon durch Zusatz von sehr geringen, analytisch kaum noch sicher nachweisbaren Mengen von Metalloxyden hervorgerufen werden kann.

Von besonderer Bedeutung ist die äusserst exacte Bestimmung der Mengen organischer, in Rauchquarzen vorhandener Substanzen. Der Verf. zeigt, dass bei diesen Bestimmungen die Hauptfehlerquelle in der Adsorption von Wasserdampf an der Oberfläche des Pulvers liegt und dass die Trocknung des Pulvers im Exsiccator diese Adsorption keineswegs vollständig beseitigt. In mehreren Versuchen ergaben sich unter Berücksichtigung dieser und aller möglicher anderer Fehlerquellen »für 3 g Rauchquarz 0,4 mg CO_2 mit einem Fehler von $\pm 0,2$ mg, also 0,01% CO_2, und 0 mg H_2O mit einem Fehler von $\pm$ 0,3 mg. Der Glühverlust war gleich 0,5 mg, Fehler $\pm$ 0,3 mg. Diese Zahlen sind etwa $\frac{1}{10}$ der von Wöhler-v. Kraatz gefundenen«. Der Verf. glaubt aber, dass auch seine Zahlen noch zu gross sind und dass »wahrscheinlich die den Rauchquarz färbende Substanz, die sich bei etwa 280° verändert, nicht flüchtig ist, und demgemäss der Beweis nicht erbracht ist, dass es ein Kohlenwasserstoff wäre«. 3 g Rauchquarz vom Nünisstock ergaben nach mehrmaliger Behandlung mit Flusssäure einen in Wasser unlöslichen Rückstand von 9 mg, die gleichfalls im Gegensatz zu Weinschenk's Angabe keine Titanreaction ergaben.

Die Entfärbungstemperatur wurde an Rauchquarzen aus »den drei Gesteinen, in denen sie in den Schweizer Alpen vorkommen, nämlich Biotitprotogin, Amphibolitprotogin und Adulagneiss«, zu ungefähr 295° gefunden; doch muss dazu längere

Zeit erhitzt werden. Bei höheren Temperaturen vollzieht sie sich schneller. Auch bei 400 Atmosphären Druck und 400° entfärbte sich der Rauchquarz völlig, woraus der Verf. schliesst, das der Rauchquarz bei Temperaturen unter 320° auskrystallisirt sein dürfte.

Bei 270° wurde der Rauchquarz lange Zeit ohne jede Entfärbung erhalten. Auch die braunen Quarze im uralischen Granit von Jekaterinenburg haben dieselbe Entfärbungstemperatur wie der schweizer Rauchquarz.

E. Weinschenk wendet sich gleichfalls gegen die Voraussetzungen und Schlüsse von K. v. Kraatz und Wöhler und hebt besonders folgende Punkte hervor. Auch farblose Mineralien riechen zum Theil beim Glühen nach organischer Substanz, z. B. farbloser Flussspath von Stolberg. Farbloser Bergkrystall vom St. Gotthard giebt denselben Geruch wie der Amazonenstein. Auch das Pulver farbloser Mineralien (Flusspath, Quarz) färbt sich bei schwachem Erhitzen grau oder bräunlich, was als »Kohleabscheidung« gedeutet werden könnte. Untersucht man aber diese Pulver mikroskopisch, so ist keine Spur einer opaken Substanz zu erkennen, und die graue Färbung verschwindet sofort beim Befeuchten mit Wasser.

Die scheinbare Bräunung von Amethyst- und Rauchquarz-Pulver beim Uebergiessen mit H_2SO_4 verliert sich beim Verdünnen der Säure[1]. Auch hier ist mikroskopisch keine opake Substanz zu beobachten. Die Pyrophosphorescenz ist keineswegs nur an organische Substanz gebunden, also auch nicht als ein Beweis für deren Vorhandensein zu verwerthen.

Auch farblose Mineralien, z. B. Bergkrystall vom St. Gotthard, geben im Sauerstoffstrome geglüht CO_2 und H_2O, und zwar gleichfalls in sehr geringen Mengen. Der Wölsendorfer Flussspath ergiebt aber CO_2 und H_2O auch, wenn er im Stickstoffstrome erhitzt wird. Geschliffene Amethystplatten können entfärbt werden ohne die Reaction zu ergeben, wenn die Erhitzung so vorsichtig geschieht, dass die Platten keine Sprünge bekommen. Am wichtigsten ist endlich die Beobachtung, dass der durch Erhitzen im O- oder N-Strome entfärbte Wölsendorfer Flussspath mit Kathodenstrahlen bestrahlt sowohl seine ursprüngliche Farbe wie die Eigenschaft der Pyrophosphorescenz wiedererhält.

Sonach ergeben also die immerhin dankenswerthen Untersuchungen von Wöhler und v. Kraatz keinen Beweis für die organische Natur der färbenden Agentien in den untersuchten Mineralstoffen.

Einen weiteren Beitrag zu der in den besprochenen Arbeiten behandelten Frage lieferte Nabl, der dabei von einer ganz anderen Methode ausging. Er untersuchte sehr sorgfältig die Absorptionsspectren des Amethystes, des durch Erhitzen gelb gewordenen Amethystes und des Citrins und schloss aus seinen Beobachtungen, dass das Absorptionsspectrum des Citrins mit dem des umgefärbten Amethystes und des Eisenoxydes, das des normalen Amethystes mit dem des Rhodaneisens übereinstimmt. Er schloss daraus, dass Citrin und umgefärbter Amethyst identisch, dass Eisenoxyd bez. Rhodaneisen die färbenden Substanzen der betreffenden Mineralien seien, und suchte nun diese Hypothese auf chemisch-analytischem Wege zu bekräftigen. Dass die Citrine Eisen, die Amethyste Kohlenstoff und Eisen enthalten, ist bekannt. Um den Schwefel nachzuweisen, wurde fein gepulverter Amethyst mit der sechsfachen Menge Soda und etwas reinem Salpeter im Platintiegel aufgeschlossen. In der von der

[1] Vergl. darüber die von Koenigsberger gegebene Erklärung, s. vor. S.

Kieselsäure abfiltrirten Lösung ergab Chlorbaryum eine Fällung von Baryumsulfat, während bei einem blinden Versuche ohne Amethyst sogar eine Trübung ausblieb. Die Menge des Rhodaneisens in dem untersuchten Amethyst würde nach Nabl 0,0212 % betragen. Da nun von Kraatz und Wöhler auf Grund einer nach einer anderen Methode ausgeführten Analyse des Amethystes das Vorhandensein von Schwefel leugneten, so zeigte Nabl ferner, dass das von ihm angewandte Verfahren den Vorzug verdient, und wiederholte und erweiterte seine Versuche immer mit demselben, danach wohl nicht mehr zu bezweifelnden Ergebniss. Auch eine Stickstoffbestimmung nach Dumas wurde unter den nöthigen Cautelen vorgenommen und ergab 0,025 % N, wobei der Verf. selbst hervorhebt, dass »diese Bestimmung soweit richtig ist, als sie eben bei so kleinen Mengen Stickstoff richtig sein kann; jedenfalls ist aber eine grössere Menge von Stickstoff da, als die Theorie für die berechnete Menge Rhodaneisen verlangt«.

Ref.: W. Salomon.

5. E. **Hussak** (in São Paulo, Brasilien): **Mineralogische Notizen aus Brasilien. III. Theil** (Tschermak's min. u. petrogr. Mitth. 1898—99, **18**, 334—359).

Fast überall finden sich in den brasilianischen, Diamant-führenden Sanden auch eigentümliche, gewöhnlich etwa 1 cm grosse, verschieden gefärbte Mineralrollstücke von dichter Structur, die bei den Diamantwäschern den Namen »fava« (Bohne, Erbse) tragen. Von diesen z. Th. schon von Damour beschriebenen Gebilden untersuchte der Verf. die wesentlich aus Titansäure bestehenden, von ihm als »Titanfavas» bezeichneten nnd andere wesentlich von Zirkonoxyd gebildete »Zirkonoxydfavas«. Die Titanfavas sind bald gelb bis braun, seltener ziegelroth, bald blaugrau bis dunkelgrau gefärbt. Ueber diese grau gefärbten Gebilde hatte der Verf. schon früher[1]) kurz berichtet, theilt aber jetzt eine Reihe neuer Ergebnisse mit. Chemische Zusammensetzung nach W. Florence: TiO_2 98,98; Al_2O_3 0,15; Fe_2O_3 0,10; CaO 0,15; Glühverlust 0,77; Summe 100,15. Phosphorsäure, Vanadium und Ceritoxyde waren nicht nachweisbar. Spec. Gew. 3,794. Härte nahe der des Quarzes. Kleinere Stücke sind mitunter noch scharfkantig und erinnern zuweilen an die Formen des Oktaëders. Diese Favas werden nicht selten faustgross. Bei mikroskopischer Untersuchung zeigen sie sich zusammengesetzt aus winzigen, stark licht- und doppeltbrechenden Körnchen, die an Anatas erinnern. Zusammen mit diesen Favas finden sich grössere Gerölle eines Perowskit-Magnetitgesteins, in dem die Perowskitmassen eine ähnliche Umwandlung in Titanoxyd zeigen. Verf. vermuthet daher, dass sie gleichfalls aus einem Perowskitfels hervorgegangen sind, der »in einem sehr basischen, dem Jacupirangit ähnlichen Eruptivgestein kleinere Partien intratellurischen Ursprungs bildete«.

Die gelben, braunen oder ziegelrothen Favas schwanken im spec. Gew. zwischen 3,8 und 3,95. Eine Analyse von W. Florence ergab: TiO_2 98,86 %; V_2O_5 0,86; Glühverlust 0,53; Summe 100,25. Härte 6. Die mikroskopische Untersuchung zeigt ein mikrokrystallines, Jaspis-ähnliches Aggregat, das durch sein optisches Verhalten in einzelnen Stücken mehr auf Rutil, in anderen mehr auf Anatas zu deuten scheint. Verf. hält es für wahrscheinlich, dass diese Favas zum Theil Paramorphosen von Rutil nach Anatas bez. nach Brookit, zum Theil Pseudomorphosen von Rutil und Anatas nach Ilmenit sind.

---

1) Neues Jahrb. f. Min. etc. 1894, **2**, 300. Vergl. auch diese Zeitschr. **26**, 658.

Die Zirkonoxydfavas finden sich in Sanden des Rio Verdinho, am Fusse der Serra de Caldas (Minas Geraës), zusammen mit grossen Zirkonkrystallen. Sie entstammen Nephelinsyeniten des Verdinho-Sammelgebietes. Ihre Farbe schwankt zwischen dunkelgrau, braun, rothbraun mit grauen Flecken und grünlichschwarz. Die grauen haben einen etwas erdigen frischen Bruch; sie besitzen ein spec. Gew. von 4,97 — 5,1. Ihre Härte ist etwas unter 7. Die braun- und grünlichschwarz gefärbten sind viel dichter. Ihre Härte ist etwas grösser als die des Quarzes. Spec. Gew. 5,408. Chemisch bestehen sie alle zu mehr als 97 % aus reiner Zirkonerde. Ein geringer Eisengehalt ist vorhanden. Die weicheren, erdig brechenden verloren beim Glühen 2,75, die harten nur $\frac{1}{2}$ %. Die mikroskopische Untersuchung dieser letzteren zeigt wieder ein mikrokrystallines Aggregat, das wahrscheinlich zu dem Baddeleyit zu stellen und als ein Zersetzungsproduct von Zirkon aufzufassen ist. Mit den beschriebenen ganz übereinstimmende Zirkonoxydfavas finden sich auch in den Diamant-führenden Sanden der Zuflüsse des Rio Sta. Barbara bei Patrocinio de Sapucahy im Staate São Paulo, in den Diamantsanden des Rio Paraguassú, Bahia, und an einem nicht näher bekannten Orte in der Umgebung von Diamantina, Minas Geraës.

In dem zweiten Theile der Arbeit werden die mit den bahianischen Diamanten zusammen auftretenden Mineralien und Gesteine beschrieben. In dem Oberlaufe des Rio Paraguassú findet man in den Strudellöchern des aus Granitgneiss bestehenden Flussbettes ziemlich viel Diamanten. Verf. erhielt von dort bereits auf Diamant verwaschene Sandproben aus der Nähe der Eisenbahn-Endstation Bandeira de Mello, über die bisher nur ältere Untersuchungen von Damour und H. Gorceix vorliegen. Die erste Probe ergab Quarz, Jaspis, Lydit, Orthoklas, Muscovit, Biotit, Chlorit, sehr viel Korund, dann Fibrolith, Hercynit, Monazit, Xenotim, Almandin, Zirkon, Epidot, Aktinolith, Chrysoberyll, Diaspor, Disthen, Rutil, Ilmenit, Eisenglanz, Magnetit, Turmalin, gediegen Gold und ferner Stückchen von Biotitgranit, Amphibolgneiss, Amphibolit, Chloritgneiss, Chloritschiefer, Muscovitschiefer mit Sillimanit, Sandstein. Der Korund tritt theils als Rubin auf, theils als gemeiner Korund, theils als Demantspath. Die beiden letzteren Varietäten finden sich mitunter noch in deutlichen Krystallen von der Combination $\{10\bar{1}1\}$ $\{0001\}$. Auch $\{11\bar{2}0\}$ $\{10\bar{1}1\}$ $\{0001\}$ wurde bei dem gemeinen Korund beobachtet. Der Hercynit lässt die Combination $\{111\}$ $\{110\}$ erkennen. Am Monazit wurden bestimmt: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{101\}$, $\{111\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{011\}$. Der Xenotim zeigt $\{111\}$, $\{311\}$. Gemessen wurde $(111):(\bar{1}11) = 55^0 35'$; $(111:(\bar{1}\bar{1}1) = 82^0 20'$; $(311):(131) = 46^0 30\frac{1}{2}'$. Mehrfach wurden regelmässige Verwachsungen von Xenotim mit Monazit beobachtet, wobei »letzterer gewöhnlich scepterartig auf den Endflächen des Monazits aufgewachsen ist, so dass (001) des Xenotims mit (100) des Monazits zusammenfällt«. Der Zirkon zeigt folgende Combinationen: $\{110\}$, $\{111\}$; $\{110\}$, $\{100\}$, $\{111\}$; $\{100\}$, $\{111\}$, $\{311\}$, der Rutil die Combination $\{110\}$, $\{100\}$, $\{111\}$, $\{101\}$. Die Sande der nahe der Stadt San Isabel de Paraguassú gelegenen Mine »Nova Siberia« ergaben folgende Mineralien: Viel Zirkon und Rutil, wenig Korund und Granat, den vom Verf. schon früher beschriebenen Euklaskrystall[1]), Diaspor, Anatas, Rutil, Turmalin, Jaspis, Limonit, sehr selten Columbit, Staurolith, Gold. In dem Diaspor bestimmte der Verf. 15,01 % Glühverlust und 83,48 % Al_2O_3, Summe 100,49. Er tritt sehr reichlich auf und ist wahrscheinlich ein Zer-

1) Tscherm. Mittheil. **12**, 473; diese Zeitschr. **24**, 430. Die Angabe über abweichende Lage der Auslöschungsrichtungen beruhte auf einer Verwechselung.

setzungsproduct des Korundes. Neben den Mineralkörnchen finden sich Gerölle von Sandstein, Turmalinfels und Gangquarz.

Von Monte Veneno bei Lençoes wurden zwei Proben untersucht. Die erste noch nicht verwaschene lieferte Sandsteinstückchen, Kalksteinconcretionen (?), Quarzkörner, Limonit, Hämatit, rosenrothen Zirkon, blutrothen Rutil, opake Erzkörnchen. Der Diamant stammt in diesen Sanden offenbar aus dem Sandstein, also aus bereits secundärer Lagerstätte. Die zweite Probe, ein Waschrückstand, enthielt Zirkon, Rutil, bis $\frac{1}{2}$ cm grosse, gelbe dünntafelige Anataskrystalle, Columbit ({100}, {001}, {133}, {021}, {010} und mehrere schmale Prismen), Eisenerze, besonders Hämatit, Kassiterit, Chrysoberyll, Diaspor, Lazulith, Gold. Als Heimat dieser Mineralien werden granitische Gesteine, besonders Pegmatite, angesehen. Ein Waschrückstand von Andarahy lieferte Eisenerze, besonders Magnetit und Hämatit, viel Columbit, dann Rutil, Zirkon, Kassiterit. Ein Waschrückstand von Lençoes besteht aus Anatas, Rutil, Columbit, Kassiterit, Brookit, Zirkon, Magnetit, Limonit, Pyrit, Hämatit, Disthen, Gold. Am Anatas wurden gemessen: {111}, {112}, {116}, {117}, {101}, {107}, {001}, {110}. Die Krystalle sind bald durch Vorherrschen von {112} pyramidal, bald dünntafelig durch Vorwalten von {107} entwickelt.

Gemessen:	(111) : (112) =	16° 56′
	(111) : (113)	28 23
	(113) : (116)	17 7
	(116) : (117)	4 36
	(107) : (017)	20 1

Verf. hält es für zweifellos, dass die von Des Cloizeaux im Manuel d. Minér. 2, 201, Taf. 56, Fig. 335—337 abgebildeten Krystalle von diesem Fundorte stammen. Der Rutil zeigt entweder die einfachen Formen {110}, {100}, {111}, {101}, theils Zwillinge, vollkommen geschlossene Sechslinge oder Achtlinge, wie die von G. vom Rath von Arkansas beschriebenen. Am Columbit wurden folgende Formen, z. Th. aber nicht mit voller Sicherheit bestimmt: {100}, {110}, {530}, {133}, {001}, {021}. Spec. Gew. 5,75. Am Brookit wurden bestimmt: {100}, {210}, {110}, {001}, {043}, {021}, {112}, {122}, {121}, {102}.

Gemessen:	(110) : (1$\bar{1}$0) =	80° 8′
	(210) : ($\bar{2}$10)	45 48
	(102) : (112)	22 18
	(102) : (122)	39 27
	(001) : (043)	51 28$\frac{1}{2}$
	(001) : (021)	62 3
	(021) : (121)	27 45

Den zuerst beschriebenen Flusssanden des Rio Paraguassú ähneln die von Gorceix untersuchten Sande von Salobro[1]), wo gleichfalls Monazit, Zirkon, Granat, Korund herrschen, die Titanoxyde, die Favas und der Turmalin fehlen. In dieselbe Gruppe gehören auch die Diamantsande von Camassari, über deren Vorkommen schon Hartt[2]) berichtete und von denen dem Verf. von Hartt selbst gesammelte Proben vorlagen. In ihnen fanden sich viel gemeiner Korund, selten Rubin und Sapphir, Zirkon, Staurolith, Turmalin, Disthen, Rutil, Chrysoberyll, Limonit, Ilmenit. Der Zirkon ist sehr häufig und tritt in beiderseits ausgebildeten,

1) Ann. d. Escola de Minas, Ouro Preto, 1884, 2, 219.
2) Geology a. phys. Geography of Brazil, London 1870, S. 369.

3—5 mm grossen Krystallen der Form {110}, {100}, {111}, {311} auf, die prachtvollen Pleochroismus zeigen, nämlich »senkrecht zur Hauptaxe columbinroth, parallel c hellnelkenbraun«. Die Krystalle werden durch Erhitzen vor dem Löthrohre farblos. Der Ilmenit ist häufig an der Oberfläche in ein nussbraunes, erdiges Zersetzungsproduct umgewandelt, das Verf. als Hydroilmenit bezeichnet. Eine unvollständige chemische Analyse ergab einen Glühverlust von 4,94 % und 65,50 % TiO_2. Qualitativ wurde neben der Titansäure nur Eisen nachgewiesen. Die Umwandlung des Ilmenites soll in einer Spaltung in TiO_2 als Rutil oder Anatas und in Fe_2O_3 bestehen, aber auch eine Wasseraufnahme veranlassen. Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der den Diamant in Bahia begleitenden Mineralien. g bedeutet gerollt, n nicht gerollt, s selten, h häufig.

	Rio Paraguassú (Bandeira do Mello)	San Isabel de Paraguassú	Mte. Veneno	Andarahy	Lençoes	Pitanga	Salobro	Sincora	Chapada
1. Quarz	sg.	hg.	hg.	hg.	hg.	hg.	hg.	+	+
2. Kieselschiefer und Jaspis	hg.	hg.				hg.	hg.	+	
3. Orthoklas	sn.								+
4. Biotit	sn.								
5. Muscovit	sn.					sn.		+	
6. Chlorit	sn.								
7. Talk								+	
8. Amphibol	sn.								
9. Epidot	sn.								
10. Granat	hg.	sg.					sn.	+	
11. Gemeiner Korund	hg.	sg.				sg.	sg.		
12. Sapphir und Rubin	sg.					sg.			
13. Monazit	hn.						hn.		
14. Xenotim	hn.								+
15. Ceylonit	hg.								
16. Fibroceylonit	hg.								
17. Fibrolith	hg.							+	
18. Disthen	sg.				sg.	hg.	sn.	+	
19. Diaspor	sg.	hg.	sg.						+
20. Rutil	sg.	hn.	hg.	hg.	hg.	sg.		+	+
21. Anatas		sn.	hn.		hn.			+	+
22. Brookit					sn.			sn.	s.
23. »Favas«								+	+
24. Kassiterit			sn.	sn.	hn.				s.
25. Columbit		sg.	hn.	hn.	hn.				+
26. Zirkon	hn.	hg.	hg.	hg.	hg.	hn.	hn.		+
27. Chrysoberyll	sg.		sg.			sg.			
28. Euklas		sn.						+	
29. Titanit								+	
30. Turmalin	sg.	hg.				hg.		+	+
31. Staurolith		sn.				hg.		+	
32. Lazulith			sg.					+	
33. Ilmenit	sg.	sg.				hg.	hg.	+	+
34. Magnetit	sn.	sg.		hn.	hn.		sg.	+	+
35. Pyrit	sn.	sn.			sn.		sn.	+	
36. Limonit	sg.		hg.		hg.	sg.		+	+
37. Psilomelan				sg.				+	
38. Markasit								+	
39. Zinnober									+
40. Gold	sg.	sg.	sg.		sg.		sn.	+	+

Ref.: W. Salomon.

6. E. v. Fedorow (in Petrowsko Rasumowskoje bei Moskau): **Biegungsaxe der Feldspäthe** (Tschermak's min. u. petrogr. Mittheil. 1899, 18, 360—366).

Verf. stellte sich die Aufgabe, auf Grund seiner bekannten Methode zur Auffindung der Orientirung eines Plagioklasschnittes in gebogenen Plagioklasen die Stärke der Biegung und die Biegungsaxe festzustellen. Er fand in Präparaten von Gabbros des Bogoslowsk'schen Bergreviers Feldspathkörner, in welchen die Biegungswinkel bis 32° erreichten. Dies Ergebniss ist nicht nur rein krystallographisch, sondern auch geologisch interessant in demselben Sinne, in dem der Ref. seine analogen Bestimmungen über Torsion von Quarzen in den gequetschten Gesteinen des Mortirolothales verwerthete [1]. — Was die Biegungsaxe betrifft, so fand der Verf. an zwei Körnern im Verhältniss zur möglichen Grösse der Beobachtungsfehler übereinstimmende Zahlen, die auf [100] als Biegungsaxe hinweisen. Translationen waren an den Körnern nicht zu beobachten. — Ein anderer Plagioklasdurchschnitt eines der untersuchten Gabbropräparate, der sowohl nach dem Karlsbader wie nach dem Albitgesetze verzwillingt und ausserdem zonar struirt ist, zeigte doppelte Biegung. Die Albitzwillingslamellen sind streifenartig angeordnet und keilen sich in der Mitte des Krystalles aus. Die Biegungen sind nur schwach. Für die eine Biegung beträgt der Winkel $12\frac{1}{2}^0$, für die andere $8\frac{1}{2}^0$. Unter Anwendung der durch die chemische Verschiedenheit von Rand und Kern nothwendigen Correctionen ergab sich aber hier nicht dieselbe Lage der Biegungsaxe, was ganz abgesehen von der im Verhältniss zur Genauigkeit der Bestimmungsmethode geringen Grösse der Biegung vor allen Dingen darauf beruht, dass die Axe [100] zwar für Albit-, nicht aber für Karlsbader Zwillinge gemeinsam ist. Eine gemeinsame Biegung um diese Axe ist also undenkbar. Die im vorliegenden Falle eingetretene mechanische Deformation musste also andersartige mechanische Wirkungen hervorbringen; und als solche möchte der Verf. die Bildung der zahlreichen Albitlamellen, sowie die doppelte Biegung des ganzen Individuums ansehen, obwohl er zugiebt, den genauen Beweis dafür zur Zeit nicht erbringen zu können.

Ref.: W. Salomon.

7. E. Künzli (in Zürich): **Die Contactzone um die Ulten-Iffingermasse bei Meran** (Ebenda 412—442).

Die Arbeit enthält folgende Fundortsangaben: 1) Raffeiner Tobel. Andalusit in Andalusitcontactfels bez. -Schiefer. 2) Eckmann. Andalusit in schiefrigem Hornfels-Astit. 3) Oberhalb des Forsthofes. Andalusit in Einschlüssen von granatführendem Andalusit-Biotitcontactfels im Tonalit. 4) Klausbach. Andalusit in geschieferten Andalusitbiotit-Contactfelsen. 5) Hagelbach. Topas zusammen mit Turmalin in Turmalinadern der Contactzone des Tonalites. 6) Kirchenbach. Andalusit in phyllitischen, contactmetamorph veränderten Schiefern.

Ref.: W. Salomon.

8. G. Munteanu-Murgoci (in Bukarest): **Krystallographische Bestimmungen** (Ebenda 504—512).

1. Chlorhydrat des Isobutyraldazins $HClN_2(C_4H_8)_2$. Dargestellt von A. Franke (Sitz.-Ber. Akad. Wien **107**, 1898). Schmelzpunkt 149°. Kryst. aus Wasser und Alkohol. Monoklin-holoëdrisch. $a:b:c = 1,3925:1:0,8440$. $\beta = 90^0\,46\frac{3}{4}'$. Symmetrie durch Aetzung bestätigt. Beob. Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{11\bar{1}\}$, $\{111\}$, $\{212\}$.

---

1) N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. Beil.-Bd. **11**, 355—402.

	Gemessen:	Berechnet:
(100) : (010) =	90° 0′	90° 0′
(010) : (111)	*54 20⅔	—
(010) : ($\bar{1}$11)	*54 1	—
(100) : (111)	*64 39½	—
($\bar{1}$00) : ($\bar{1}$11)	65 37⅓	65 38¼
(111) : ($\bar{1}$11)	49 44⅓	49 43¼
(111) : (1$\bar{1}$1)	71 20	71 18⅔
($\bar{1}$11) : ($\bar{1}\bar{1}$1)	72 1	71 58
(010) : (212)	70 14¾	70 16
(100) : (212)	60 20	60 16½
(111) : (212)	15 44⅓	15 55⅓
(212) : (2$\bar{1}$2)	39 44	39 28
(212) : ($\bar{1}$11)	—	56 35⅔
(111) : ($\bar{1}\bar{1}$1)	—	112 33

Vier Zwillingsgesetze. 1) Zwillingsebene (100). 2) Zwillingsebene (001). 3) Zwillingsebene ($\bar{1}$01). 4) Zwillingsebene (101).

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach (010), vollkommen nach (100), schwach nach (101) und ($\bar{1}$01).

Optische Eigenschaften. Durchsichtig, farblos. Axenebene (010). Erste Mittellinie = $\mathfrak{a}$, bildet mit c auf (010) im stumpfen Winkel β einen Winkel von 21°. $\beta_{Na} = 1{,}5625$.

	Roth:	Gelb:	Blau des Spectrums:
α	1,5528	1,5608	1,5701
β	1,5547	1,5626	1,5704
γ	1,5677	1,5762	1,5857

Doppelbrechung $\gamma - \alpha = 0{,}0153$ (mit dem M. L. Comparator gemessen). Dünnschliffe ‖ (100) zeigen eine Axe. Axenwinkel mit Schneider's Apparat gemessen ergiebt $2H_a = 58^0\,20'$, $2E_a = 94^0\,41'$, $2V_a = 56^0$. Schwache geneigte Dispersion, $\varrho > v$.

2. Isobutyraldolcyanhydrin $C_9H_{17}O_2N$. Dargestellt von L. Kohn (Ebenda **107**, 1898). Schmelzpunkt 140°. Kryst. aus heissem Alkohol. Monoklin-holoëdrisch. $a:b:c = 1{,}5546:1:1{,}4518$. $\beta = 105^0\,18'$. Beob. Formen: {110}, {001}, {$\bar{1}$11}.

	Gemessen:	Berechnet:
(110) : (1$\bar{1}$0) =	*112° 37′	—
(110) : ($\bar{1}$10)	67 25	67° 23′
(110) : (001)	*81 35	—
($\bar{1}$10) : (001)	98 24	98 25
($\bar{1}$11) : (001)	*65 39	—
($\bar{1}$11) : ($\bar{1}$10)	32 46	32 46
($\bar{1}$11) : (110)	—	64 16
($\bar{1}$11) : ($\bar{1}\bar{1}$1)	—	100 2

Zwillinge mit (001) als Zwillingsfläche. Spaltbarkeit vollkommen nach (001). Optische Axenebene (010). Eine optische Axe annähernd ⊥ auf (001). Erste Mittellinie = $\mathfrak{a}$, bildet mit c im spitzen Winkel β einen Winkel von 26°. $2E$ nicht grösser als 75°. Geneigte Dispersion ziemlich stark, $\varrho > v$.

3. Oxylacton $C_9H_{16}O_3$. Dargestellt von L. Kohn (ebenda). Schmelzpunkt 92,5°. Kryst. aus Wasser, Alkohol und Aether.

Rhombisch-bisphenoidisch. $a:b:c = 0,7517:1:0,8162$.

Beobachtete Formen: {110}, {650}, {850}, {13.5.0}, {450}, {150}, {100}, {010}, {011}, {112}, {1$\bar{1}$2}. Ausserdem vicinale Flächen, meistens in der Prismenzone. Das Sphenoid {1$\bar{1}$2} ist selten.

	Gemessen:	Berechnet:
(110) : (1$\bar{1}$0) =	*73° 52′	—
(110) : ($\bar{1}$10)	106 8	106° 8′
(100) : (110)	36 55	36 56
(650) : (100)	25 12	25 10
(13.5.0) : (100)	16 1	16 7½
(010) : (110)	53 4	53 4
(450) : (010)	46 38½	46 47
(150) : (010)	15 33	14 56
(110) : (112)	*55 49	-
(011) : (110)	67 56	67 45
(112) : (011)	30 49	31 11
(112) : (010)	—	70 16
(112) : (100)	—	63 25
(112) : ($\bar{1}\bar{1}$2)	68 22	68 18
(011) : (0$\bar{1}$1)	—	78 26½

Die meisten Krystalle sind Ergänzungszwillinge eines rechten mit einem linken Individuum. Spaltbarkeit sehr vollkommen nach (100), vollkommen nach (010), unvollkommen nach {110}.

Farblos. Axenebene (001). Erste Mittellinie ist $\mathfrak{a} = a$. Doppelbr. —.

	Roth:	Gelb:	Blau des Spectrums:
$\beta =$	1,5130	1,5157	1,5196

Mit Schneider's Apparat wurde bestimmt $2H = 57° 35'$, woraus sich $2E = 93° 14'$ und $2V = 57° 16'$ ergiebt. Die Prismenflächen lassen Axenspuren erkennen. Dispersion ziemlich gross, $\varrho > v$.

Ref.: W. Salomon.

9. F. Becke (in Wien): **Zur Bestimmung der Plagioklase in Dünnschliffen in Schnitten senkrecht zu M und P** (Tschermak's min. u. petrogr. Mitth. 1899, **18**, 556—558).

Verf. macht ebenso wie G. F. Becker[1]) darauf aufmerksam, dass man den Schnitt, der gleichzeitig senkrecht auf P und M steht, zur Bestimmung der meisten Plagioklase mit Vortheil verwenden kann, da erstens eine Abweichung in der Schnittlage um selbst einige Grade die Auslöschungsrichtungen nur wenig ändert, zweitens aber die Auslöschungsschiefen selbst sich mit je etwa 1 % An-Substanz mehr um fast 1° ändern. Das gilt wenigstens für die ganze Reihe vom Albit bis zum Bytownit. Nur die dem Anorthit nahe stehenden Plagioklase sind mit dieser Methode nicht gut zu bestimmen. Die Schnittlage ist auch im Dünnschliffe leicht daran zu erkennen, dass sich die Zwillingsgrenzen und Spalt-

1) VIII. Ann. Rep. U. S. Geol. Survey 1896/97, Part III, 1—86, Washington 1898. Ref. diese Zeitschr. **32**, 593.

risse bei Verschiebung des Tubus nicht verschieben können. Bei den in Eruptivgesteinsgrundmassen auftretenden Mikrolithen aber, die bekanntlich meist nach a in die Länge gestreckt sind, sind es die leicht zu erkennenden Querschnitte, welche die geforderte Lage haben. Folgende Tabelle giebt die Werthe an:

		Auslöschungsschiefe α' gemessen gegen (010)
Albit	$Ab_{98}An_2$	-14^0 im stumpfen Winkel (010) : (001)
Oligoklas	$Ab_{82}An_{18}$	0
	$Ab_{72}An_{28}$	$+4$ im spitzen Winkel (010) : (001)
Andesin	$Ab_{66}An_{34}$	$+16$ - - - - -
Labrador	$Ab_{53}An_{47}$	$+26$ - - - - -
	$Ab_{40}An_{60}$	$+37$ - - - - -
Anorthit	$Ab_4\ An_{96}$	$+42$ - - - - -

Verf. bemerkt übrigens, dass die beiden Oligoklastypen wahrscheinlich besser $Ab_{80}An_{20}$ bezw. $Ab_{75}An_{25}$ geschrieben werden müssen, und macht das durch eine Prüfung mit Hülfe der Mallard'schen Formel sehr wahrscheinlich. Es ist das auch bei Benutzung der Michel-Lévy'schen Diagramme (Heft I, Taf. II und III) zu berücksichtigen, wo danach gleichfalls richtiger Ab_4An_1 und Ab_3An_1 eingesetzt werden muss.

Ref.: W. Salomon.

10. F. Berwerth (in Wien): **Neue Scheelitvorkommnisse in den östlichen Centralalpen** (Tschermak's min. u. petr. Mitth. 1899, **18**, 559).

Aus dem Habachthal im Salzburgischen stammt ein loser, die Dimensionen 9,5 bezw. 3,8 cm besitzender Krystallstock. Vorherrschend {111} mit durch {101} schmal abgestumpften Polkanten. Flächen von {111} glatt. Auf der Oberfläche des losen Krystalles sitzen kleine mit Chlorit erfüllte Adulare und schwach gelblich gefärbte Titanite. Ein zweiter 750 g wiegender Krystall stammt aus der Rauris. Er ist gleichfalls isolirt. Die ausgebildeten Pol- und Mittelkanten haben 6—7 cm Länge. Auch hier ist die Combination {111} mit untergeordnetem {101}. {111} hat glänzende Flächen, {101} ist rauh. Als Einschluss kommt theils weisser, theils durch Chlorit grün gefärbter Adular vor. Auch sonst findet sich Chlorit als Ausfüllung von Vertiefungen des Krystalles.

Ref.: W. Salomon.

11. M. Diersche (in Leipzig): **Beitrag zur Kenntniss der Gesteine und Graphitvorkommnisse Ceylons**[1]) (Jahrb. k. k. geolog. Reichsanstalt 1898, **48**, 231—288).

Bearbeitung des von F. Zirkel auf seiner Reise nach Ceylon gesammelten Materiales[2]). An dieser Stelle wird natürlich von einer Wiedergabe der geologischen und petrographischen Ergebnisse abgesehen. Der Verf. untersuchte den Graphit von Ragedara, der ihm in einer grösseren Zahl von Stücken vorlag. Gewöhnlich ist dieser Graphit grossblätterig entwickelt, seltener faserig. Das spec. Gew. der faserigen Varietät ist 2,215, das der grossblätterigen 2,235. Spaltblättchen zeigen unter dem Mikroskop Systeme von Spaltrissen; am häufigsten finden sich zwei gleichstarke Systeme von tiefen, aber kurzen Rissen, zwischen denen gemessen wurden 60^0, 62^0, $58^0\,10'$, 60^0, bezw. 120^0, 124^0, 118^0, 123^0, 119^0,

1) Vergl. auch diese Zeitschr. **33**, 222.

2) Ceylon. Vortrag, gehalten im Verein für Erdkunde zu Leipzig am 5./II. 1896.

120°, 120° 20′. Der stumpfe Winkel dieser Spaltrisse wird mitunter von langgezogenen, meist die ganzen Blättchen durchsetzenden Spalten halbirt; und endlich finden sich selten noch senkrecht zu den langen Spalten kurze, anscheinend schräg zur Oberfläche stehende Spältchen. Diese Beobachtung spricht entschieden gegen hexagonale Krystallisation. — Auch der Graphit von Ragedara tritt in Gängen auf und zwar im Granulit und Pyroxengranulit. Er umschliesst nicht selten grosse und kleine Bruchstücke des Nebengesteins, sowie folgende Mineralien: 1. Quarz in der Form von Bergkrystall, der in der Richtung c bis 10 cm Länge erreicht, während die Rhomboëderflächen Breiten von 7 cm haben können. Combination $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$, $\{10\bar{1}0\}$. Füllung mit Graphitstaub ist häufig. 2. Pyrit in rundlichen Knollen und unregelmässig eckigen Stücken, selten mit Andeutungen von Flächen eines Pentagondodekaëders. 3. Olivengrüner Apatit, nur einmal und zwar in Hühnereigrösse beobachtet. Combination $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{0001\}$. Es ist ein auch Fluor enthaltender Chlorapatit, ganz ähnlich dem von Jannasch und Locke analysirten. 4. Platten von dunklen Eisen-Magnesiaglimmern. Die grösste hat 16 zu 10 cm Durchmesser. Bei einer helleren Varietät ist $a = \mathfrak{c}$ hellbläulichgrün, $b = \mathfrak{b}$ dunkelbraun. Diese Varietät ist optisch beinahe einaxig, während die dunklere einen etwas grösseren Axenwinkel besitzt. Die Winkel zwischen den Spältchen der Schlagfigur wurden gemessen zu: 57° 30′, 58° 20′, 56° 40′ und 60°, 61° 15′, 63° 30′, 64°, woraus Verf. ableitet, dass sie nicht genau 60° betragen. 5. Grüner, durch Chlorit gefärbter Orthoklas. Der untersuchte Krystall hatte eine 3 cm breite und 10 cm lange Basisfläche. Er ist $\parallel c$ 4 cm hoch. Eine trennende Spalte ist mit Graphit ausgefüllt. Spec. Gew. 2,621. Auf der Basis tritt die stumpfe, auf (100) die spitze Bisectrix aus. Dispersion $\varrho > v$. Auf (010) beträgt die Auslöschungsschiefe 4°—6°. Die Analyse ergab: SiO_2 61,88%; Al_2O_3 18,16; Fe_2O_3 0,85; FeO 1,64; CaO 0,43; MgO 0,08; K_2O 13,82; Na_2O 2,02; Summe 99,44. 6. Calcit in einer Druse. Die Krystalle zeigen nur $-\frac{1}{2}R$. Chemisch wurde ein Mg-Gehalt constatirt. Zum Schluss discutirt Verf. die verschiedenen Hypothesen über die Entstehung des ceylonischen Graphites.

Ref.: W. Salomon.

12. E. Döll (in Wien): **Hornblende nach Granat, Chlorit nach Granat. Magnetit nach Pyrrhotin, eine neue Pseudomorphose** (Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1898, 110—111).

Derselbe: Dolomitischer Kalk nach Magnesit, Gymnit nach Kämmererit, zwei neue Pseudomorphosen (Ebenda 111—112).

Derselbe: I. Calcit nach Aragonit. II. Serpentin nach Kämmererit, Polybasit nach Stephanit, Epidot nach Axinit, drei neue Pseudomorphosen. III. Ueber das Auftreten des Talkes in Magnesit (Ebenda 222—225).

Derselbe: Prehnit nach Orthoklas, Bergleder nach Biotit, Chlorit nach Bergleder, drei neue Pseudomorphosen. Chlorit nach Biotit (Ebenda 419—421).

Die in der ersten Notiz beschriebenen Pseudomorphosen stammen aus dem Hornblendegestein des Paltenthales bei St. Lorenzen in Obersteiermark, welches die vom Verf. in derselben Zeitschr. 1892, Nr. 14 und 1893 Nr. 14 beschriebenen Pseudomorphosen von Quarz nach Epidot bezw. Amphibol bezw. Calcit geliefert hat. Ein Eisenthongranat von lichtcolombinrother Farbe ist dort im frischen Gestein theils vollständig, theils peripherisch in Hornblende umgewandelt. Diese Hornblenden verwandeln sich dann mitunter secundär wieder in Chlorit; doch

kommen daneben auch Pseudomorphosen von Chlorit nach Granat vor, die ohne das Zwischenstadium der Hornblende direct entstanden sind. Magnetkies wurde meist nur in Körnern, seltener in Krystallen in dem Gestein beobachtet. Einer dieser letzteren von der Combination {10$\bar{1}$1} {0001} besitzt 1 cm Dicke bei 4 cm Höhe. Mitunter zersetzt sich der Magnetkies zu einer eisenschwarzen Masse, die nach J. Wolfbauer die Zusammensetzung Fe_3O_4 hat, entsprechenden Strich, Härte und Dichte besitzt, aber keinen Magnetismus zeigt.

Bei Singsdorf in Obersteiermark fand Verf. mehrere in ein schwarzes, thoniges Bindemittel eingelagerte Linsen von Magnesit, der sich in einen dolomitischen Kalk umwandelt.

Vom Mitterberge am rechten Murufer in Obersteiermark stammt eine Pseudomorphose von Gymnit nach Kämmererit. Der gelblichweisse bis lichteigelbe Gymnit drängt sich in den Kämmererit ein, umschliesst ihn und ersetzt ihn ganz oder lässt in der Mitte Hohlräume zurück. Die Farbe geht dabei durch Grünlichgrau in Gelb über. In derselben Gegend tritt auch graulichgrüner, schwärzlichgrüner und edler Serpentin als Pseudomorphose nach Kämmererit auf.

Die Paramorphose von Calcit nach Aragonit, die Verf. von Eisenerz beschreibt, unterscheidet sich dadurch von der von Haidinger von demselben Fundorte beschriebenen, dass zwar in beiden Fällen »die Veränderung im Inneren begann, die Krystallspitzen (des Calcites) jedoch (bei den Haidinger'schen Stücken) nach aussen gewendet erscheinen, während an dem vorliegenden Stücke die Auskrystallisirung nach innen erfolgte«.

Reuss hatte Pseudomorphosen von Stephanit nach Polybasit von Přibram beschrieben. Zepharovich untersuchte Stephanitkryställchen mit eingewachsenen Polybasittäfelchen vom Barbaragange derselben Oertlichkeit und hielt sie für gleichzeitige Bildungen. Verf. beobachtete aber ein Exemplar, an dem die Stephanitsubstanz fast vollständig durch Polybasit ersetzt ist, so dass hier eine zweifellose Pseudomorphose dieses letzteren nach Stephanit vorliegt. — Eine Axinitstufe aus dem Dauphiné, die wahrscheinlich vom Flanc du Cornillon stammt, hat als Unterlage lichtgelbgrünen glänzenden Epidot, der Hohlräume von der Form der Axinitkrystalle umschliesst. Darüber folgt eine Lage von blätterigen, nach oben krystallographisch wohlbegrenzten matten Axinitkrystallen von brauner bis perlgrauer Farbe. Zwischen diesen Krystallen bildet hellgelbgrüner Epidot kleine Drusen. »An der Grenze der Axinitlage dringen die Stengel des Epidotes ein bis zur gänzlichen Ersetzung des Axinites«. Für die Umbildung dieses letzteren zu Epidot sprechen auch die in den Axinitkrystallen auftretenden rundlichen kleinen Hohlräume, deren Wände von Epidotnadeln besetzt sind. — In dem etwas kalkhaltigen Magnesit von Oberdorf bei St. Cathrein in Obersteiermark entsteht grünlichweisser durchscheinender Talk, der in nierenförmigen Gebilden in den Magnesit eindringt. Bei Vorwald in Obersteiermark sind Klüfte im Magnesit von senkrecht zu den Wänden stehenden Talkblättchen erfüllt. — An der grossen Weidalpe im Habachthale, von wo schon Weinschenk Prehnit beschrieben hat, beobachtete Verf. Pseudomorphosen von Prehnit bald nach kleinen Adularkrystallen von der Form T, x oder T, P, x, bald nach derben Feldspathmassen. — Im Gebiete des Venedigers tritt Biotit in Form von Blättchen über Krystallen von Adular, Periklin, Apatit und Sphen in Drusenräumen der Aplite auf. An den Biotitblättern, die mitunter mehrere Quadratcentimeter Oberfläche erreichen, lässt sich Schritt für

Schritt die Umwandlung in ein »sich wie Tremolit verhaltendes« Bergleder verfolgen. Dies geht seinerseits wieder in Klinochlor über. Ebenso ersetzt Chlorit am Sattelkar und an der Keesau auch Biotit. Ref.: W. Salomon.

13. C. F. Eichleiter (in Wien): **Strontianit von Lubna bei Rakonitz in Böhmen** (Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1898, 297—298).

Bei Lubna in Böhmen tritt Strontianit, anscheinend in Gängen, auf. Die Zusammensetzung ist: *SrO* 63,97 %; *CaO* 5,15; CO_2 30,95; Summe 100,07. Die Zahlen sind Mittel zweier gut stimmender Analysen. Das Mineral bildet theils büschelförmige, theils stengelige Aggregate, die aussen schwach gelbliche, im Innern aber weisse Farbe zeigen und durchscheinend sind. Dicke der Stengel etwa 0,2 cm, Länge 2—4 cm. Härte zwischen 3 und 4, spec. Gew. 3,703.

Ref.: W. Salomon.

14. F. E. Suess (in Wien): **Ueber den kosmischen Ursprung der Moldavite** (Ebenda 387—403).

A. Rzehak (in Brünn): **Ueber die Herkunft der Moldavite** (Ebenda 415—419).

Jaroslav J. Jahn (in Brünn): **Ueber das Vorkommen der Moldavite in den nordböhmischen Pyropensanden** (Ebenda 1899, 81—85).

F. E. Suess stellt in seiner Abhandlung all' die Gründe zusammen, die dafür sprechen, dass die Moldavite (sog. Bouteillensteine) eine besondere Art von Meteoriten sind. Rzehak führt Gründe an, die ihm das Gegentheil wahrscheinlich machen. Eine eingehende Wiedergabe dieser Argumentationen ist indessen unnöthig, da durch die ein Jahr später erschienene Mittheilung Jahn's die Frage endgültig zu Gunsten der Suess'schen Auffassung entschieden ist[1]) und wir uns nun wohl definitiv daran gewöhnen müssen, den Moldaviten einen Platz in unseren Sammlungen neben den Meteoriten einzuräumen. Nach den übereinstimmenden Angaben der verschiedensten Forscher konnte es sich schon bisher nur noch darum handeln, ob die Moldavite Meteoriten oder Kunstproducte einer dann wahrscheinlich sehr alten Glasindustrie seien. Jahn weist nun wieder darauf hin, dass Zahálka schon im Jahre 1883 das Vorkommen der Moldavite in den altdiluvialen nordböhmischen Pyropensanden constatirte und dass auch nach seinen sich auf die Aufsammlungen von Pařik stützenden Erfahrungen kein Zweifel an dieser Thatsache bestehen kann. Die Fundorte dieser diluvialen Moldavite sind die Granatgruben zwischen den Orten Chrášt'an und Starrey westl. Trebnitz. Sie sind dort nur selten, aber doch zu wiederholten Malen gefunden worden. Das gesammte Material ist von Jahn untersucht worden. Die beiden grössten, bei Starrey gefundenen Stücke zeigen die von Suess beschriebene runzlige Oberfläche der typischen Moldavite und stimmen in der Farbe wie in den übrigen Eigenschaften mit den südböhmischen und westmährischen Vorkommnissen überein. Sie zeigen keine Andeutung eines Transportes (Abrollung). Ausser diesen grossen Stücken wurden sechs kleinere bei Chrášt'an gefunden, deren Oberfläche zweifellos durch fliessendes Wasser abgeschliffen ist. Auch hier stimmen alle Eigenschaften gut mit denen der anderen bekannten Moldavite. Spuren der ursprünglichen Oberflächen-

1) Wenigstens, so lange sich nicht Jahn's Angaben als unrichtig erweisen, eine Annahme, zu der kein Grund vorliegt. D. Ref.

beschaffenheit sind noch vorhanden. Nach diesen Angaben ist es zweifellos, dass die Moldavite einem »zu Beginn der Quartärzeit erfolgten« Meteoritenfall entstammen, dass ein Theil der in Nordböhmen niedergefallenen noch vom Wasser weitertransportirt, ein anderer Theil unmittelbar in dem thonig-sandigen Material der sich damals bildenden Pyropensande begraben wurde. Eine altdiluviale Glasindustrie werden wohl selbst die wärmsten Verfechter der Artefactnatur der Moldavite nicht annehmen wollen. Jahn theilt übrigens auch mit, dass nach den Untersuchungen von Bareš die Schmelzbarkeit des Moldavites von der der bekannten Gläser ganz abweicht.

Suess giebt eine eingehende Schilderung der europäischen Vorkommnisse des Moldavites, ihrer Formen und ihrer eigenthümlichen Oberflächenbeschaffenheit, die nach den von ihm mitgetheilten Abbildungen und seiner Darstellung unbedingt für ihre kosmische Natur sprechen. Er vergleicht die Moldavite mit den durch Darwin's, Clarke's, Stelzner's, Moulden's, v. Dyk's, de Groot's, v. Verbeek's, Wichmann's, P. G. Krause's, Dufrénoy's u. a. Beschreibungen bekannt gewordenen Obsidianbomben, die über Australien und Niederländisch-Indien zerstreut gefunden werden, an deren kosmischen Ursprung ja auch kaum noch ein berechtigter Zweifel mehr bestehen kann, obwohl natürlich die kühne Hypothese des in anderer Hinsicht so hoch verdienten v. Verbeek von ihrer Entstehung als vom Mond auf die Erde geschleuderter vulkanischer Bomben keine ernsthafte Discussion beanspruchen kann. Suess sieht in den Moldaviten wie in den ostindisch-australischen Obsidianbomben »die kieselsäurereichen und Thonerde-haltigen Glieder« (der Aërolithen) »welche der äusseren Feldspathhülle unserer Erde entsprechen«. Er weist bereits darauf hin, dass sowohl die Bomben wie die Moldavite gegen Ende der Tertiärzeit oder zur Quartärzeit zur Erde gefallen« zu sein scheinen, und hält es nicht für ausgeschlossen, dass die europäischen wie die ostasiatisch-australischen Vorkommnisse einem einzigen Meteoritenfalle ihre Entstehung verdanken. Dagegen scheinen indessen doch gewisse petrographische Verschiedenheiten zu sprechen. Eine eingehende Beschreibung der Moldavite soll in einiger Zeit im Jahrbuche der k. k. geol. Reichsanstalt erfolgen. — Ref. hält es übrigens für nicht unmöglich, dass, wenn in den Moldaviten so Theile der äussersten specifisch leichten Kruste anderer Weltkörper zu uns gelangt sind, wir in manchen »nuggets« von Edelmetallen vielleicht in Zukunft Meteoriten erkennen werden, die den innersten, spec. schwersten Theilen entsprechen. Bei der verhältnissmässig kleinen Zahl von wirklich beobachteten Meteoritenfällen, sowie bei dem unendlich viel grösseren Volumen, das in den meisten Weltkörpern der aus metallischem Eisen bez. Eisensilicaten gebildeten Mittelzone und der aus meist eisenarmen Silicaten bestehenden äusseren Kruste zukommen dürfte, ist es nicht wunderbar, dass man das Fallen derartiger Meteoriten noch nie beobachtet und wenn man Edelmetallmeteoriten gefunden haben sollte, sie nicht für Meteoriten gehalten hat, weil man an diese Möglichkeit überhaupt nie dachte.

Ref.: W. Salomon.

15. **W. C. Brögger** (in Kristiania): **Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. III. Das Ganggefolge des Laurdalits** (Videnskabselskabets Skrifter. I. Mathematisk-naturv. Klasse, 1897, No. 6, 377 Seiten mit einer geol. Karte, 4 Tafeln und 5 Textfiguren, Kristiania 1899).

Das vorliegende petrographisch und geologisch gleich wichtige schöne Werk enthält von an dieser Stelle in Betracht kommenden Angaben nur eine Analyse

der Hornblende des Heumits von Heum (ausgeführt von V. Schmelck)[1]. SiO_2 40,29; TiO_2 4,37; Al_2O_3 10,93; Fe_2O_3 7,84; FeO 9,70; MnO 0,15; MgO 9,78; CaO 11,83; Na_2O 3,19; K_2O 1,61; Fl 0,31; Summe 100,00. Spec. Gew. 3,2—3,3. Pleochroïsmus sehr stark, $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$. $\mathfrak{c}$ = braunschwarz, $\mathfrak{b}$ = tiefbraun, beinahe = $\mathfrak{c}$, $\mathfrak{a}$ = bräunlichgelb. »Auslöschungsschiefe in langprismatischen Schnitten wenige Grade (6⁰—10⁰).« Diese Hornblende steht in allen Eigenschaften zwischen der basaltischen und der barkevikitischen Hornblende, aber näher der ersteren. Selbstverständlich sind in der Arbeit zahlreiche Beobachtungen über die in den beschriebenen Felsarten auftretenden gesteinsbildenden Mineralien enthalten.

Ref.: W. Salomon.

16. L. Finckh (in Erlangen): **Beiträge zur Kenntniss der Gabbro- und Serpentingesteine von Nord-Syrien** (Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. 1898, 79—146).

Im Kurdengebirge westlich von Jailadschik tritt als Contactproduct von Serpentin ein Fassaïtfels auf, von dessen Hauptgemengtheil, dem Fassaït, reine Spaltblättchen analysirt wurden. Glühverlust 2,23 %, SiO_2 48,72; CaO 20,89; Al_2O_3 18,50; FeO 3,05; MgO 6,82; Summe 100,21. Auslöschungsschiefe auf (010) 30⁰. Diallagartige Absonderung nach (100). Verf. nimmt eine Verunreinigung durch Kieselsäure an und hebt den hohen Thonerdegehalt hervor.

Ref.: W. Salomon.

17. J. Walther (in Jena): **Ueber recente Gypsbildung** (Ebenda, Verhandl. *2—3*).

Verf. beobachtete »zierliche Rosetten von Gypskrystallen in dem graubraunen Schlamme, der den Boden und das Ufer des Salzsees von Mullahkara bildet» (Turkmenenwüste). Sie entstehen plötzlich an Stellen, an denen sie kurz vorher noch nicht gesehen wurden, und stimmen in ihrer Form mit den von Doss 1897 in der Zeitschr. d. d. geol. Ges. S. 143 beschriebenen Krystallen überein. Auch in dem den Wüstenboden bildenden Flugsande des Karakum entstehen nach Beobachtungen von Paletzki fingerlange Gypskrystalle noch jetzt.

Ref.: W. Salomon.

18. K. Keilhack (in Berlin): **Ueber die Luminescenz der Mineralien** (Ebenda, Verh. *131—136*).

Etwa 120 verschiedene Mineralien wurden in Bezug auf ihre Fähigkeit unter der Einwirkung von Röntgenstrahlen aufzuleuchten (Luminescenz) untersucht. Da die Leuchtkraft eine sehr verschieden grosse ist, so wurde eine Art Lichtmesser benutzt, um das Verhältniss der Stärke des Leuchtens bei verschiedenen Körpern vergleichen zu können. Zu diesem Zwecke wurden auf einem Pappestreifen 16 Stanniolstreifen, von denen ein jeder um 2 cm kürzer war als der unter ihm liegende, übereinander befestigt. Die Stellen, an denen die einzelnen Streifen endeten, waren durch Holzstäbchen beim Anfassen kenntlich. Ausserdem wurden noch 3 Pappestreifen mit je 16 gleich langen Stanniolblättern belegt. Der Verf. liess nun das von den betreffenden Körpern aus-

1) Mit der Hornblende zusammen wurden 1,51 % Apatit analysirt. Die Analysensumme ergab 100,87. Davon wurden 1,51 % Apatit abgezogen und der Rest auf 100 % berechnet.

gehende Licht durch diese Stanniolstreifen gehen, und ermittelte, wie viele Streifen nöthig waren, um die Strahlen zu vernichten. Er erhielt so eine 64theilige Scala, die bei fast allen untersuchten Körpern ausreichte. Die folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Untersuchung.

Name	Fundort	Leuchtstärke
Braun. Diamant	Cap	12
Wasserhell. -	Cap	18
Zirkon	Frederiksvärn	8
Zirkon	hellbraun, Kimberley	39
Zirkon	Ceylon	14
Sylvin	Thüringen	25
Steinsalz	Stassfurt	29
Kerargyrit	?	27
Flussspath	Kandau	26
Flussspath	Zinnwald	4
Flussspath	grünfluorescirend, England	26
Flussspath	blassgrün, Gabel, Thüringen	38
Flussspath	wasserhell, Rabenstein b. Sarntheim	>64
Flussspath	farblos, etwas trüb, Sachsen	26
Flussspath	dunkelgelb, Sachsen	27
Flussspath	rosa, Göschenen	50
Flussspath	violett, Badenweiler	34
Flussspath	blassgrünl.-violett, Allonheads	37
Matlockit	?	26
Phosgenit	?	19
Kalkspath	Andreasberg	32
Aragonit	?	5
Witherit	Northumberland	2
Strontianit	Drensteinfurt	3
Cerussit	Ibbenbüren	32
Leadhillit	?	14
Glauberit	?	17
Anhydrit		5
Anglesit		25

Name	Fundort	Leuchtstärke
Lanarkit		25
Scheelit		60
Wulfenit		5
Apatit	grünlich, Ehrenfriedersdorf	34
Apatit	violett, Ehrenfriedersdorf	43
Apatit	gelb, Tirol	18
Apatit	wasserhell, Sulzbachthal	30
Apatit	gelb, Chumillo[1]	14
Apatit	Norwegen	21
Apatit	Canada	20
Pyromorphit	?	9
Amblygonit	?	12
Autunit	?	18
Topas	Sachsen	10
Topas	Brasilien	0
Turmalin	dunkelgrün, Brasilien	0
Turmalin	roth, Wolkenburg	0
Turmalin	grün, Faido	1
Turmalin	braun, Prävali	1
Turmalin	Elba	7
Prehnit	Radauthal	20
Kieselzinkerz	Altenberg	16
Wollastonit	Banat	50
Diopsid	Zillerthal	1
Tremolit	Campolungo	5
Orthoklas	?	5
Adular	?	26
Sanidin	?	6
Anorthit	Vesuv	2
Labradorit	?	4

Aus dieser Tabelle ergiebt sich eine Reihe von Thatsachen. Die Luminescenz wechselt bei derselben Mineralspecies je nach dem Vorkommniss sehr stark. Bei Flussspath wurde sie im Minimum zu 4 (Zinnwald), im Maximum (Rabenstein) grösser als 64 gefunden; bei Turmalin geht sie von 0 bis 7, bei Topas von 0 bis 10, so dass also dieselbe Mineralart bald Luminescenz besitzt, bald nicht. Der wasserhelle Flussspath vom Rabenstein bei Sarntheim hat höhere Luminescenz als der Scheelit, von dem Huchinsen nachgewiesen hat, dass er seinerseits im gepulverten Zustande sogar Baryum-Platin-Cyanid übertrifft. Von den Prüfungen mit negativem Ausgange hebt der Verf. hervor, dass kein Mineral der Granat-, Glimmer-, Amphibol, Pyroxen- und Zeolithgruppe »auch nur die geringste Leuchterscheinung zeigt« [2]), und dass ausser Diopsid und Tre-

1) Soll wohl heissen Jumilla. Anm. d. Ref.

2) Diopsid und Tremolit sind aber in der Tabelle mit Luminescenzstärke 1 und 5 aufgeführt.

molit kein Mg-haltiges, ausser Autunit kein wasserhaltiges Mineral Luminescenz besitzt. Gyps z. B. hat keine Spur von Luminescenz, während Anhydrit 17 aufweist. Ebensowenig zeigen eisenreiche Mineralien Luminescenz; und von den Verbindungen anderer Schwermetalle besitzen nur die Bleisalze und das Hornsilber (Kerargyrit, nicht aber Embolit) Luminescenz. Interessant ist es auch, dass alle untersuchten Apatite diese Eigenschaft haben, dass sie dem Mimetesit aber fehlt. Die luminescirenden Mineralien gehören allen Krystallsystemen an. Der vierte Theil der als luminescirend befundenen Mineralien wird von Bleisalzen gebildet, 14 von ihnen enthalten Ca als wesentlichen Bestandtheil.

Die Farbe der von den luminescirenden Körpern ausgehenden Strahlen ist gelb beim Apatit, grün beim Fluorit, blau bei Diamant und Scheelit, bei den übrigen untersuchten Mineralien »ein indifferentes gelbes Licht«. Beim Steinsalz hielt im Gegensatze zu allen anderen Mineralien das Leuchten noch längere Zeit nach dem Erlöschen der Strahlenquelle an.

Ref.: W. Salomon.

19. H. Rosenbusch (in Heidelberg): **Mineralvorkommen von Ischia** (Ueber Euktolith, ein neues Glied der theralithischen Effusivmagmen. Sitzungsber. d. k. pr. Akad. d. Wiss., Berlin 1898, 110—115).

Auf den Klüften der Arso-Lava beobachtete der Verf. folgende Mineralien:

Feldspath, Comb. {010} {110} {001} {$\bar{2}$01}, in einfachen Krystallen und Karlsbader Zwillingen;

Sodalith {110}, zum Theil nach [111] verlängert;

Magnetit {111} {110};

Apatit in sehr dünnen Nadeln;

Biotit, hellbraun, $2E = 48^0$, $\varrho < v$;

Hypersthen in braunen glänzenden Täfelchen nach {100}, daneben {110} und {250}, ferner {201} und {101}, letzteres neu.

	Beobachtet:	Berechnet ($a:b:c = 0{,}971:1:0{,}570$)
(250):(100) =	67° 40′	67° 37′
(101):(100)	59 45	59 35

$2H_a$ (in Bromnaphtalin) $= 78^0\,10'$; $\mathfrak{c}$ grün, $\mathfrak{b}$ rothbraun; hiernach eine eisenreiche Varietät.

Ref.: P. Groth.

20. C. Klein (in Berlin): **Ueber Buntkupfererz aus Tirol** (Ebenda 385—386, 521—523).

Von dem durch Weinschenk (diese Zeitschr. **26**, 392) zuerst erwähnten Vorkommen von der Frossnitzalpe bei Prägraten beschreibt der Verf. einen 5 cm grossen ikositetraëdrischen Krystall, welcher nach Messungen mit dem Anlegegoniometer vorherrschend {322}, untergeordnet an den vierkantigen Ecken {211} zeigt. Vergl. auch diese Zeitschr. **32**, 179.

Ref.: P. Groth.

21. H. Baumhauer (in Freiburg, Schweiz): **Ueber den Rutil des Binnenthals im Canton Wallis** (Compte rendu d. 4. congrès scient. internat. d. cathol. 1897, Fribourg 1898).

Der Verf. konnte an einem fast einfachen prismatischen Krystalle der Comb. {110} {210} {310} {410} {101} {111} {313} {321} sehr genaue Messungen der Polkante von (101) ausführen, welche im Mittel ergaben $45^0\,0\frac{7}{8}'$; daraus

folgt $a : c = 1 : 0{,}64387$ und $(101) : (\bar{1}01) = 65^0\,33\frac{1}{6}'$ (beobachtet $65^0\,34'$) und $(100) : (111) = 28^0\,25\frac{3}{4}'$ (beobachtet $28^0\,26'$ — $26\frac{3}{4}'$).

Ein auf feldspathreichem Gneiss aufgewachsener Durchkreuzungszwilling hat ungefähr die Gestalt einer rhombischen Bipyramide, deren Basis von den zur Zwillingsebene (011) senkrechten Flächen (100) der in den Diagonalen des Rhombus an einander grenzenden beiden Krystalle gebildet wird, während die Flächen (010) als Abstumpfung der Basiskanten der Bipyramide erscheinen; letztere selbst wird von den stark gestreiften Flächen {110} gebildet. Ausser mannigfachen Verwachsungen mit wiederholter Zwillingsbildung nach demselben Gesetze war besonders interessant eine von Eisenglanz, Magnetit, Adular und Turnerit begleitete Gruppe, welche eine Zusammensetzung nach beiden bisher am Rutil beobachteten Zwillingsgesetzen zeigte. Dieselbe hatte die Form eines horizontal gestreiften dihexagonalen Prismas, am Ende mit abwechselnd ein- und ausspringenden Winkeln, erstere über den schärferen, letztere über den stumpferen Kanten. Dieses Pseudoprisma bestand dementsprechend aus zwölf Einzelkrystallen, deren je zwei gegenüberliegende jedoch parallel waren, und zwar waren im Wesentlichen je zwei in einer schärferen Kante desselben an einander grenzende Krystalle mit einander nach dem Gesetze: Zwillingsebene (101), je zwei mit der stumpfen Prismenkante an einander stossende nach dem Gesetze: Zwillingsebene (301) verwachsen. Die Flächen des Pseudoprismas wurden gebildet von {101}-Flächen der Einzelkrystalle, die ein- und ausspringenden Winkel an deren Ende von deren Prismenflächen (ähnlich wie bei den bekannten Achtlingen von Magnet Cove). Eine Schlifffläche parallel der Basis des Pseudoprismas zeigte deutlich die Zusammensetzung aus 12 Sectoren durch einen orientirten Schimmer, welcher durch kleine, beim Schleifen entstandene, nach den prismatischen Spaltungsflächen verlängerte Unebenheiten bewirkt wurde. Die Platte zeigte im durchfallenden Lichte rothe Farbe, nach dem Dünnerschleifen gelbbraun mit deutlichem Dichroïsmus (e braun, o braungelb, $e > o$), wodurch ebenfalls die Sectorentheilung hervortrat. Bei einer modellartigen Ausbildung einer solchen Verwachsung würden die 12 Sectoren einen Winkelraum von $358^0\,14'$ ausfüllen; es müssen also einige davon in nicht krystallonomischen Flächen aneinander stossen, wie es in der That beobachtet wurde. Eine zweite Gruppe zeigte die gleiche Verbindung beider Zwillingsgesetze, nur war hier der Kreis nicht geschlossen.

Ref.: P. Groth.

22. P. G. Krause (in Eberswalde): **Verzeichniss einer Sammlung von Mineralien und Gesteinen aus Bunguran (Gross-Natuna) und Sedadap im Natuna-Archipel** (Samml. d. geol. Reichsmuseums in Leiden 1898, (1) 5, 221—236).

Auf der Insel Bunguran, westlich von Borneo in der chinesischen See gelegen, wurden, ausser Granit, Turmalinfels, Diallagfels, Serpentin u. a. Gesteinen, folgende Mineralien von van Hasselt gesammelt und vom Verf. bestimmt:

Antimonit, stängelig und faserig.

Ilmenit in Körnern als Bestandtheil eines dunklen Sandes.

Zirkon in kleinen scharfen Kryställchen in demselben Sande; beobachtete Formen: {110}, {100}, {111}, {313}, {331}; farblos, gelb, selten hellviolett. Die beiden letzteren Mineralien stammen jedenfalls aus dem Granit, in welchem dieselben reichlich nachgewiesen wurden.

Von der südlich von Bunguran gelegenen kleinen Insel Sededap lag nur ein Stück Schwefelkies mit etwas eingesprengtem Kupferkies vor.

Ref.: P. Groth.

23. H. Lenk (in Erlangen): **Studien an Gesteinen aus dem mexicanischen Staate Oaxaca** (Beiträge z. Geol. u. Pal. d. Rep. Mexico von Felix und Lenk, 2. Th. 2. Heft, Leipzig 1898).

In dieser petrographischen Arbeit werden folgende Mineralanalysen mitgetheilt:

I. Almandin aus Granatgneiss der Sierra de Cimaltepec; optisch normal, spec. Gew. 4,173.

II. Granat aus Granulit von Las Sedas am Hochlande von Mizteca alta; einfachbrechend; spec. Gew. 3,98.

	I.	II.
SiO_2	36,43	39,24
Al_2O_3	25,97	21,89
FeO	28,12	24,37
MnO	3,14	0,82
MgO	1,88	6,73
CaO	3,58	7,29
	99,12	100,34

III. Pyroxen (Diopsid) aus Graphitgranulit zwischen Pochutla und Puerto Angel.

IV. Augit von Rancho Zopilote, bildet mit Skapolith ein gabbroartiges Gestein.

	III.	IV.
SiO_2	(52,22)	51,89
Al_2O_3	1,91	4,18
FeO	10,76	4,87
CaO	23,53	23,38
MgO	11,58	15,31
	100,00	99,63

V. Skapolith aus demselben Gesteine:

SiO_2	49,37	Si	0,8268		21
Al_2O_3	27,46	Al	0,5485		13
CaO	13,98	Ca	0,2520	0,2940	7
MgO	0,21	Mg	0,0420		
K_2O	1,08	K	0,0232	0,2046	5
Na_2O	5,57	Na	0,1814		
Cl	1,19	Cl	0,0339	0,0364	1
SO_3	0,02	S	0,0025		
Glühverlust	1,96	O	2,8212		70
	100,84				

Entsprechend 7 Mol. Mejonit und 5 Mol. Marialith.

VI. Titanit in grossen braunen Krystallen der Comb. $\{\bar{1}23\}$ $\{011\}$ $\{\bar{1}01\}$ in einem zoisitreichen Gesteine, wahrscheinlich einem Umwandlungsproducte eines Plagioklas-Augitgesteins, aus der Sierra de Ejutla; mit schaaliger Absonderung

und zahlreichen Zwillingslamellen; sehr dünne Schliffe nach (010) zeigen $\mathfrak{a}$ strohgelb, $\mathfrak{c}$ röthlichbraun; $\mathfrak{c}:c$ 44° *Li*, 45½° *Na*, 47½° *Tl*; $2E = 82\frac{1}{2}°$ *Li*, 78° *Na*, 73° *Tl*.

SiO_2	28,84
TiO_2	41,35
CaO	25,27
FeO	1,33
Al_2O_3	2,98
	99,77

Spec. Gew. 3,51.

VII. Skapolith aus einem calcitführenden Gesteine aus der Nähe des vorigen Fundortes; stengelige Aggregate; $\omega = 1,569$, $\varepsilon = 1,550$ *Na*; spec. Gew. 2,738. Die Analyse entspricht einer Mischung von 5 Mejonit und 3 Marialith.

VIII. Diopsid aus demselben Gesteine; lichtgrün, $\mathfrak{c}:c = 39°12'$, $2V = 58°48'$, $\beta = 1,6820$ *Na*. Spec. Gew. 3,197.

	VII.				VIII.		
SiO_2	49,09	*Si*	0,8127	SiO_2	52,46	*Si*	0,8685
Al_2O_3	27,95	*Al*	0,5521	Al_2O_3	1,31	*Al*	0,0258
Fe_2O_3, MgO	Spuren			Fe_2O_3	0,68	*Fe*	0,0085
CaO	15,71	*Ca*	0,2805	FeO	6,78	*Fe*	0,0942
K_2O	0,33	*K*	0,0070 }	CaO	23,98	*Ca*	0,4277
Na_2O	5,02	*Na*	0,1616 }	MgO	14,04	*Mg*	0,3477
Cl	1,50	*Cl*	0,0423		99,25		
Glühverlust	1,17	*O*	2,8030				
	100,77						

IX. Heulandit auf Klüften des Hornblende-Andesit vom Cerro Yolomecatl; Comb. {010} {$\bar{2}$01} {201} {110}; spec. Gew. 2,182. Analyse von Jannasch:

SiO_2		59,32	*Si*	0,9883
Al_2O_3		17,12	Al_2	0,1676
CaO		7,25	*Ca*	0,1259
SrO		Spur	H_2	0,9160
H_2O bei 125°	4,05	—	*O*	3,5250
H_2O - 175°—200°	8,51	—		
H_2O - 250°—260°	9,37	—		
H_2O beim Glühen		16,48		
		100,17		

Ref.: P. Groth.

24. L. Gorazdowski (in Warschau): **Ueber die chemische Zusammensetzung der gesteinsbildenden Mineralien des Tatragebirges** (Pamiętnik Fizyograficzny 1898, **15**).

Verf. unterwarf einige Mineralien aus den krystallinischen Gesteinsarten des Granitgebietes der Hohen Tatra der chemischen und optischen Untersuchung.

1. Muscovit. Verf. machte vier Analysen dieser Minerale, nachdem er sie vorher aus den Muscovitgraniten von Wotowiec, Baniaste, Kasprowa und Lomnica getrennt hatte. Der Tatra-Muscovit zeichnet sich durch eine relativ geringe Menge von Kieselsäure aus (41—45 %), besitzt jedoch manchmal be-

deutende Mengen von Titanoxyd (1,7—4 %) und Wasser (bis 13 %). Im Allgemeinen aber entspricht seine Zusammensetzung der empirischen Formel $2H_2O.K_2O.4Al_2O_3.6SiO_2$. In optischer Beziehung zeichnet er sich durch eine starke Dispersion der optischen Axen aus ($\varrho > v$). Der Winkel der letzteren, mit Hülfe des Groth'schen Axenwinkelapparates und des Wülfing'schen Spectralapparates beobachtet, beträgt:

$2E$ (in Luft)	64° 44'	roth	Kasprowa
	62 20	grün	
	75 41	roth	Wotowiec.
	74 28	grün	

2. Biotit. Zwei Analysen dieses Minerals sind sehr ähnlich, obgleich das Material, das zu den Analysen gebraucht wurde, von sehr entfernten Orten und verschiedenen Gesteinen kam: aus grobkörnigem Granit von Czerwony Wirch und aus Granatglimmerschiefer von Granatnica im Felkathale (Dolina Felki).

3. Granat. Biotitschiefer, der die so genannte Granatnica bildet, enthält reichlich Granate, deren Zusammensetzung:

$$(Fe, Mn)_3 Al_2 Si_3 O_{12}.$$

Es sind also Thon-Eisen-Granate — Almandine — die gegen 6 % MnO enthalten.

4. Feldspäthe. Granit aus Zawrat besitzt porphyrische Structur und enthält zwei Arten von Feldspath, die schon für das blosse Auge grossen Unterschied zeigen: grosse Krystalle von röthlichem Orthoklas und grünlichem Feldspath, der mit Quarz und Glimmer eine feinkörnige Grundmasse bildet. Verf. unterwarf der chemischen Analyse diese beiden Feldspäthe, nachdem er den letzten von Quarz und Glimmer in der Thoulet'schen Lösung reinigte. Der röthliche porphyrische Feldspath ist ein Orthoklas: Molekularverhältniss $K_2O : Na_2O = 3 : 1$; der Feldspath aus der Grundmasse ist ein Albit mit 6 Na_2O auf 1 K_2O. Dies liefert einen Beitrag zur Frage der Reihenfolge der Ausscheidung der Mineralien aus dem Magma.

5. Amphibol. Dieses Mineral ist in der Tatra wenig verbreitet, es erscheint gesteinsbildend im Diorit und Amphibolit bei Pyszna und Kamienista. Aus diesen Gesteinen wurde der Amphibol durch Thoulet'sche Lösung getrennt. Die Zusammensetzung dieses Minerals kann nach zwei Analysen im Allgemeinen ausgedrückt werden durch: $\frac{1}{4}(\overset{\mathrm{I}}{Me}_2\overset{\mathrm{III}}{R}_2Si_4O_{12}).\overset{\mathrm{II}}{Me}\overset{\mathrm{III}}{R}_2SiO_6.3(MeSiO_3)$. Der Auslöschungswinkel dieses Amphibols ist 17°—18°; das Mineral hat sehr starken Pleochroïsmus: $\mathfrak{c}$ seladon-, $\mathfrak{b}$ dunkelgrün, $\mathfrak{a}$ hellgelb. Also ist es ein gemeiner Amphibol.

Die mikroskopische Beschreibung dieser Gesteine und Mineralien siehe: J. v. Szadeczky, Tscherm. min. petr. Mitth. **13**, 222, und J. Morozewicz, Pamiętnik Fizyograficzny **9** und **11**.

Analysen.

1. Muscovit aus Granit von Kasprowa.
2. - - - - Wotoiviec.
3. - - - - Lomnica.
4. - - Gneiss von Baniaste.
5. Biotit aus Granat von Czerwony Wirch.
6. - - Biotitgranatschiefer von Granatnica.
7. Granat aus Schiefer Nr. 6.

8. Porphyrischer **Orthoklas** aus Granit von Zawrat.
9. **Albit** aus der Grundmasse desselben Granits.
10. **Amphibol** aus Diorit von Pyszna.
11. - - Amphibolit von Kamienista.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
SiO_2	38,85	45,36	42,27	41,27	34,53	35,12	34,41	63,91	65,23	46,39	44,86
TiO_2	3,94	2,70	2,66[1]	1,67	2,26	2,04	1,01	—	—	—	—
Al_2O_3	30,64	28,35	31,57	33,94	19,88	19,52	20,34	17,71	19,18	8,11	11,94
Fe_2O_3	2,03	2,60	2,63	0,95	7,50	8,08	} 34,33	Spur	Spur	4,64	8,85
FeO	—	—	—	—	14,16	15,69	}			9,68	12,34
MnO	—	—	—	—	—	—	5,72	—	—	—	—
CaO	0,69	0,18	1,06	0,29	0,26	0,47	1,84	0,33	1,81	14,17	10,70
MgO	Spur	Spur	0,86	Spur	5,01	4,77	1,80	—	Spur	11,82	7,68
K_2O	9,50	9,23	10,05	9,98	7,55	7,25	—	13,22	2,16	0,63	0,99
Na_2O	1,70	1,89	3,49	2,43	0,82	0,84	—	3,10	7,94	0,82	1,16
H_2O	13,27	9,99	6,07	9,39	6,03	6,33	0,55	0,68	2,10	2,30	1,84
Summe:	100,63	100,30	100,68	99,92	98,00	100,11	100,00	98,95	98,42	98,56	100,36

Ref.: Z. Weyberg.

25. H. W. Fairbanks (in Berkeley, Californien): **Die Geologie von Point Sal** (Bull. Dept. of Geology, Univ. of California, 1896, **2**, 1—92).

Analysen von **Augit**, **Feldspath** und **Analcim** aus einem Augitteschenit von Point Sal, Santa Barbara County, Californien, ergaben:

	Augit:	Feldspath:	Analcim:
SiO_2	46,59	52,72	54,40
Al_2O_3	9,69	30,46	23,04
Fe_2O_3	1,03	—	—
FeO	4,75	—	—
MgO	13,89	—	—
CaO	21,38	11,01	0,21
Na_2O	} 1,23	3,70	13,33
K_2O	}	0,42	0,19
Glühverl.	1,22	1,44	8,46
	99,78	99,75	99,63
Spec. Gew.	2,338	2,63—2,67	2,261

Ref.: A. S. Eakle.

26. S. Weidmann (in Madison, Wisc.): **Ueber Mikroperthit von Wisconsin** (Aus: A contribution to the geology of the Pre-Cambrian Igneous Rocks of the Fox River Valley, Wis. — Wisconsin Geol. a. Nat. Hist. Survey, Bull. **3**, Madison 1898).

Der Mikroperthit eines vom Verf. untersuchten Ryolithes besteht aus Albit mit der Auslöschungsschiefe 19° und aus Oligoklas-Andesin mit der Auslöschungsschiefe 5°—7° auf (010). Dem entspricht auch das Resultat der von Tolman ausgeführten Analyse:

1) $+ZrO_2$.

		Mol.-Verh.
SiO_2	62,57	104,20
Al_2O_3	18,12	18,00
Na_2O	7,20	11,61
CaO	5,52	9,86
K_2O	5,11	5,43
Fe_2O_3	1,32	
	99,84	

Der Kaligehalt gehört wahrscheinlich beiden Feldspäthen an, welche nach dem Verf. durch Umwandlung aus einem einheitlichen Plagioklas entstanden sind.

Ref.: P. Groth.

27. M. Bauer (in Marburg): **Ueber die Krystallform des Histidin-Chlorhydrates** (Hoppe-Seyler's Zeitschr. f. physiol. Chemie 1897, **22**, 285). Dargestellt von Kossel (ebenda 182). $C_{12}H_{20}N_6O_4 . 2HCl + 2H_2O$ oder $C_6H_9N_3O_2 . HCl + H_2O$. Kryst. aus Wasser. Rhombisch.

$$a : b : c = 0,7667 : 1 : 1,7110.$$

Comb. {111} {101} {001} {012} {121}.

	Berechnet:	Beob. Bauer:	Beob. Hedin:
(111):(001) =	—	*70° 25½′	70° 26½′
(111):(101)	—	*34 58½	34 44
(111):(1̄11)	96 48	96 42	—
(101):(001)	65 52	65 41	65 54
(012):(001)	40 33	40 33	40 34
(121):(111)	19 28½	20 ca.	—

Die Messungen Hedin's (s. ebenda 196) wurden an Krystallen des Chlorhydrates einer ebenfalls durch Spaltung von Proteïnkörpern erhaltenen Base, welche jedenfalls mit dem Histidin identisch ist, angestellt. H. giebt die Formel $C_6H_9N_3O_2 . HCl + H_2O$ an, sowie dass die Verbindung optisch inactiv sei. Seine Krystalle zeigten vorherrschend {001}.

Doppelbr. —, stark. Axenebene (010), c 1. Mittellinie, $2E$ über 110°, Dispersion schwach.

Ref.: P. Groth.

Autorenregister.

Sachregister.

A.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

X.

Y.

Z.

Berichtigungen und Zusätze.

Zum 23. Bande.

Seite 508 Zeile 23 v. o. lies: »46,96« statt »49,96«.

Zum 31. Bande.

Seite 639 Zeile 10 v. u. lies: »Ural« statt »Altai«.

Zum 32. Bande.

Seite 437 Zeile 1 v. o. lies: »1 : 2,90« statt »2,90«.
- 443 - 4 v. u. - »die optische Axenebene« statt »da die opt. Axenebene«.
- 646 - 6 v. u. - »Kokkolith« statt »Cowlit«.
- 647 - 3 v. o. - »Tachylyt« statt »Taquilit«.

Zum 33. Bande.

Seite 77 Zeile 17 v. o. lies: »San Juan County« statt »San Yuan County«.
- 124 i. d. Tabelle unter »Dana, System 1892« ist: »Gdt.« wegzulassen.
- 126 Zeile 5 v. o. lies: »Ref. diese Zeitschr. **3**, 447« statt »3,47«.
- 142 - 24 v. o. - »$J_2 = \varphi_0$« statt »$J_2 = (\varphi_0)$«.
- 169 - 24 v. o. - »wirr« statt »vier«.
- 177 - 19 v. u. - »**Rubrit**« statt «**Kubeït**«.
- 196 - 2 v. u. **Cedarit.** Hierzu theilt Herr L. S. Spencer in London mit, dass dieses Harz bereits 1891 unter dem Namen **Chemawinit** von Harrington beschrieben worden ist (s. diese Zeitschr. **22**, 568).
- 198 - 7 v. o. - »**17**, Berlin 1897« statt »**17**, 3—38. Berlin 1897«.
- 198 - 8 v. o. - »Pers. 3—38« statt »Pers.«.
- 271 unten. Hierzu macht Herr Prof. Lewis darauf aufmerksam, dass er bereits 1899 in seinem Treatise of Crystallography S. 421 die richtige Bestimmung der Pole jenes Turmalinkrystalles, in vollständiger Uebereinstimmung mit Herrn von Worobieff, gegeben habe.
- 279 - 10 v. u. - »$\frac{8}{3}1$« statt »$\frac{8}{5}1$«.
- 285 - 19 v. u. ergänze: »$\{4\bar{1}4\}$«.
- 301 - 7 v. u. lies: »drei Krystallen« statt »zwei Krystallen«.
- 305 - 8 v. u. - »$\{4\bar{1}4\}$« statt »$\{414\}$«.
- 314 - 6 v. o. - »23« statt »25«.
- 323 - 2 v. u. - »S. 419—421« statt »S. 265«.
- 483 - 23 v. o. - »Bischofit« statt »Bischoffit«.

Mittheilung der Redaction.

Bezugnehmend auf das 1887 erschienene Circular an die Leser und Mitarbeiter der Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie (von welchem noch einzelne Exemplare auf Wunsch zur Verfügung stehen) bittet Unterzeichneter, bei den zur Publication bestimmten Zusendungen das Folgende zu beachten.

Die in deutscher Sprache eingehenden Manuscripte gelangen thunlichst in der Reihenfolge des Einlaufs zum Druck. Von englischen oder französischen Manuscripten kann auf Wunsch des Autors durch die Redaction eine Uebersetzung besorgt werden, doch bedingt dies natürlich eine Verzögerung der Publication. Keine Aufnahme finden Abhandlungen, welche anderswo in deutscher Sprache erschienen sind oder erscheinen werden, sowie solche, welche den Charakter von »vorläufigen Mittheilungen« besitzen.

Das zu den Manuscripten benutzte Papier ist nur einseitig zu beschreiben.

Die Manuscripte sind gut leserlich zu schreiben und auf die Anordnung von Tabellen, Formeln u. dergl. die grösstmögliche Sorgfalt zu verwenden (die erheblichen Correcturkosten, welche Aenderungen im Arrangement solcher Theile des Satzes erfordern, fallen, wenn sie durch Undeutlichkeit des Manuscriptes verursacht werden, ebenso wie diejenigen grösserer nachträglicher Einschaltungen, dem Autor zur Last). Als Symbole der Krystallformen dienen die Miller'schen mit der Reihenfolge der Axen nach Weiss. Die anzugebenden Winkel sind die der Normalen der Flächen. Citate sind immer möglichst vollständig zu geben, d. h. ausser dem Titel des betr. Journals Jahr- und Bandzahl, sowie die Seitenzahl, z. B. »Bull. soc. franç. d. min. Paris 1897, **20**, 172«. Bei Arbeiten, welche seit dem Bestehen der »Zeitschrift« erschienen sind, ist stets das Citat des Referates, z. B. »Ref. diese Zeitschr. **31**, 73« hinzuzufügen (in den Auszügen dürfte das letztere Citat überhaupt genügen).

Alle Figuren sind auf besonderen Blättern beizulegen und zwar jede Figur auf einem eigenen Blatte. Die Zeichnungen sind mit feinem Bleistift auf glattem Papier auszuführen und sollen auch die benutzten Hülfslinien enthalten, da diese dem Lithographen die Controle der Richtigkeit der Ausführung und der Orientirung der Copie wesentlich erleichtern. Undeutliche Stellen der Zeichnung sind durch beigegebene Skizzen in grösserem Maassstabe zu erklären. Figuren, welche in photographischer Reproduction zur Herstellung von Textclichés benutzt werden sollen, können (mit Ausnahme der Buchstaben, welche jedenfalls nur mit Bleistift einzutragen sind) mit

tiefschwarzer Tusche ausgezogen werden, doch ist darauf zu achten, dass die Randlinien der Krystallformen um ca. $\frac{1}{3}$ feiner und die punktirten hinteren Kanten noch schwächer gehalten werden. Sind die Figuren in grösserem Maassstabe ausgeführt, so müssen behufs der photographischen Verkleinerung natürlich alle Linien im Verhältniss stärker sein. »Auszügen« können Figuren nur ausnahmsweise beigegeben werden.

Die Autoren erhalten von ihren Originalmittheilungen 50 Separatabzüge gratis, eine grössere Zahl auf Wunsch und gegen Erstattung der Herstellungskosten. Es wird gebeten, die Anzahl der gewünschten Sonderabzüge auf der ersten Seite des Manuscriptes zu vermerken und etwaige spätere Wünsche oder Reclamationen wegen deren Zusendung an die Verlagsbuchhandlung Wilhelm Engelmann in Leipzig, Königsstr. 10 zu richten.

Die Correcturen sind spätestens innerhalb drei bis vier Tagen nach Empfang von dem Autor zu erledigen und (ohne Manuscript) an den Unterzeichneten zurückzusenden.

Die zum Referat an die Redaction eingesandten Separatabzüge aus anderen Zeitschriften enthalten zuweilen keine Angaben, aus dem der Ort des Erscheinens ersichtlich ist. Behufs genauer Citirung derselben in dem betreffenden Auszuge wird gebeten, den Titel, Jahrgang, Band- und Seitenzahl der Zeitschrift, in welcher sie veröffentlicht sind, auf denselben anzugeben. Arbeiten, aus denen Tabellen u. dergl. im Auszuge wiederzugeben wären, sind womöglich in zwei Exemplaren einzusenden.

München, 6. Brieffach.

Prof. **P. Groth.**

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.



A. E. Tutton, Doppelselenate $R_2M(SeO_4)_2, 6H_2O$.

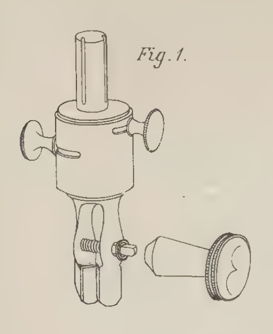


Fig. 1.

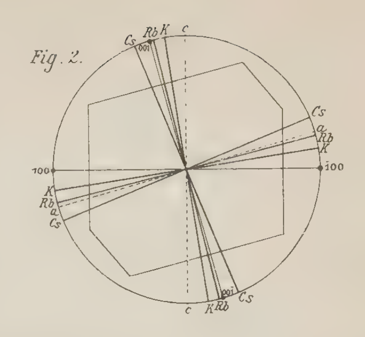
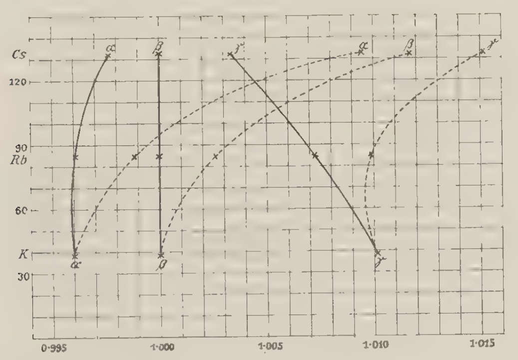
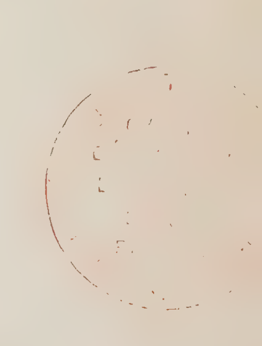


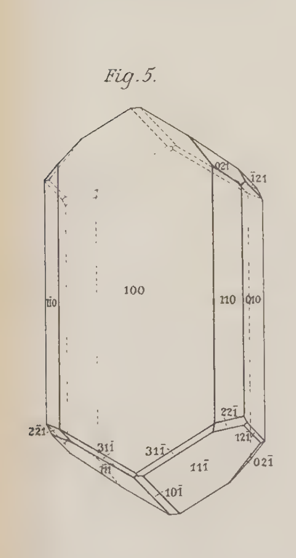
Fig. 2.

Fig. 3.





F. Zambonini, Pyroxen v. Latium.



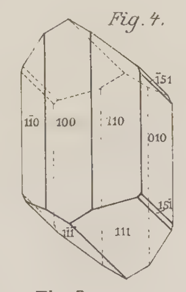
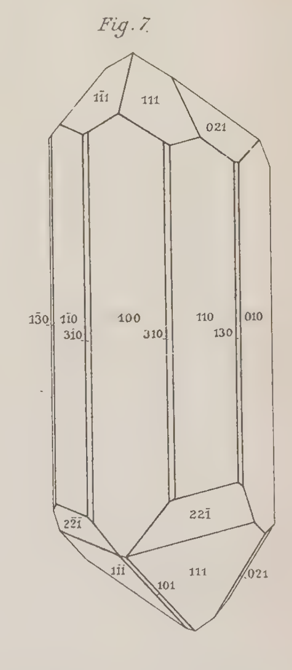


Fig. 6.

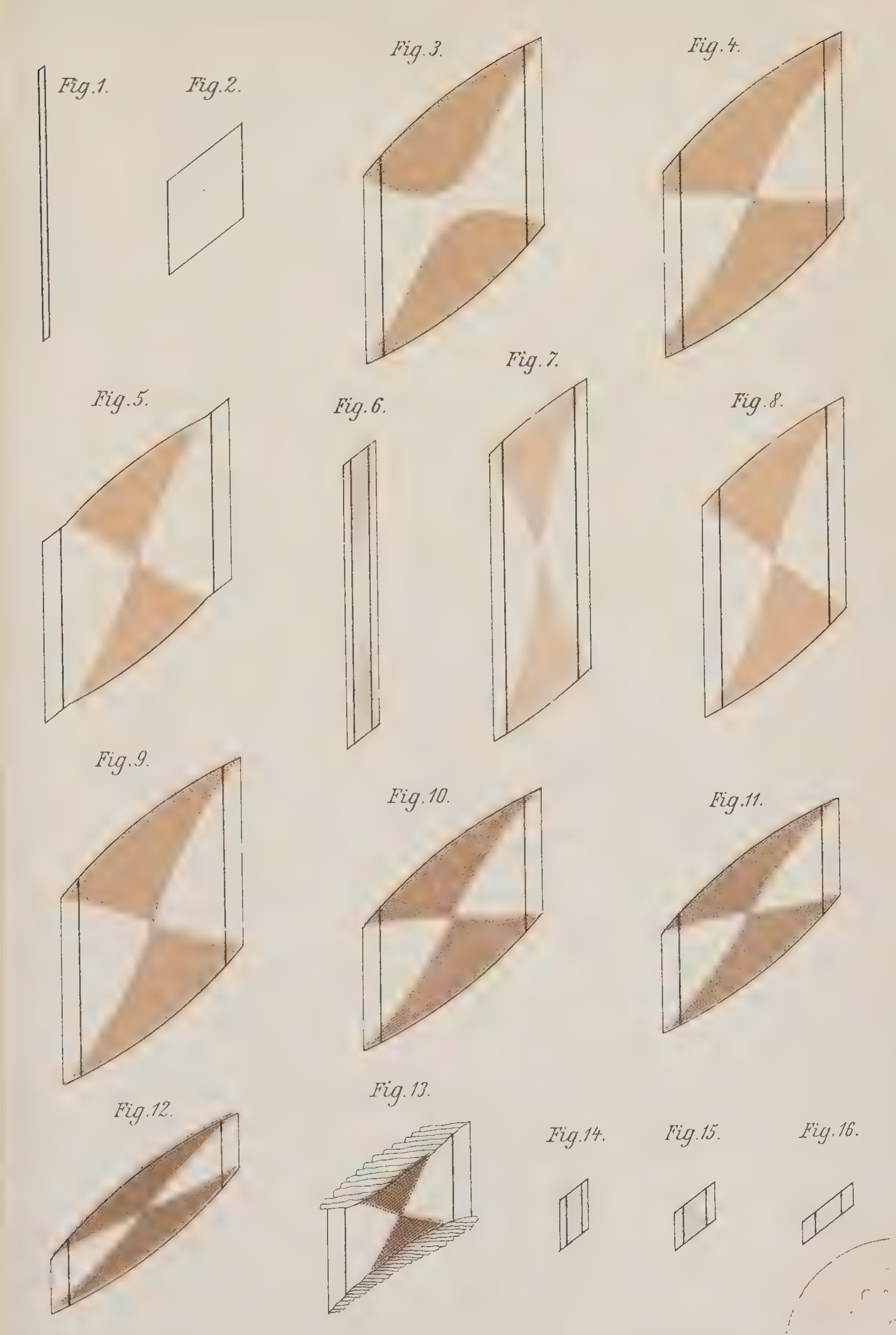


Autt del.

Lith. Hub. Köhler, München.



Versuche von O. Maschke, Gyps.



H. Vater del.-Vergr. 175.

Lith. Hub. Köhler, München



H. L. Bowman, Monazit. Taf. III.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

E. von Fedorow, Schalenbau d. Plagioklase. **C. Hintze, Karlsbader Zwilling.**

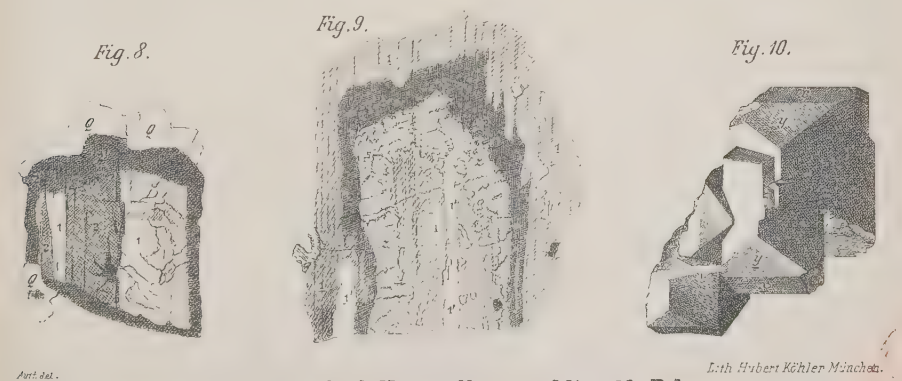
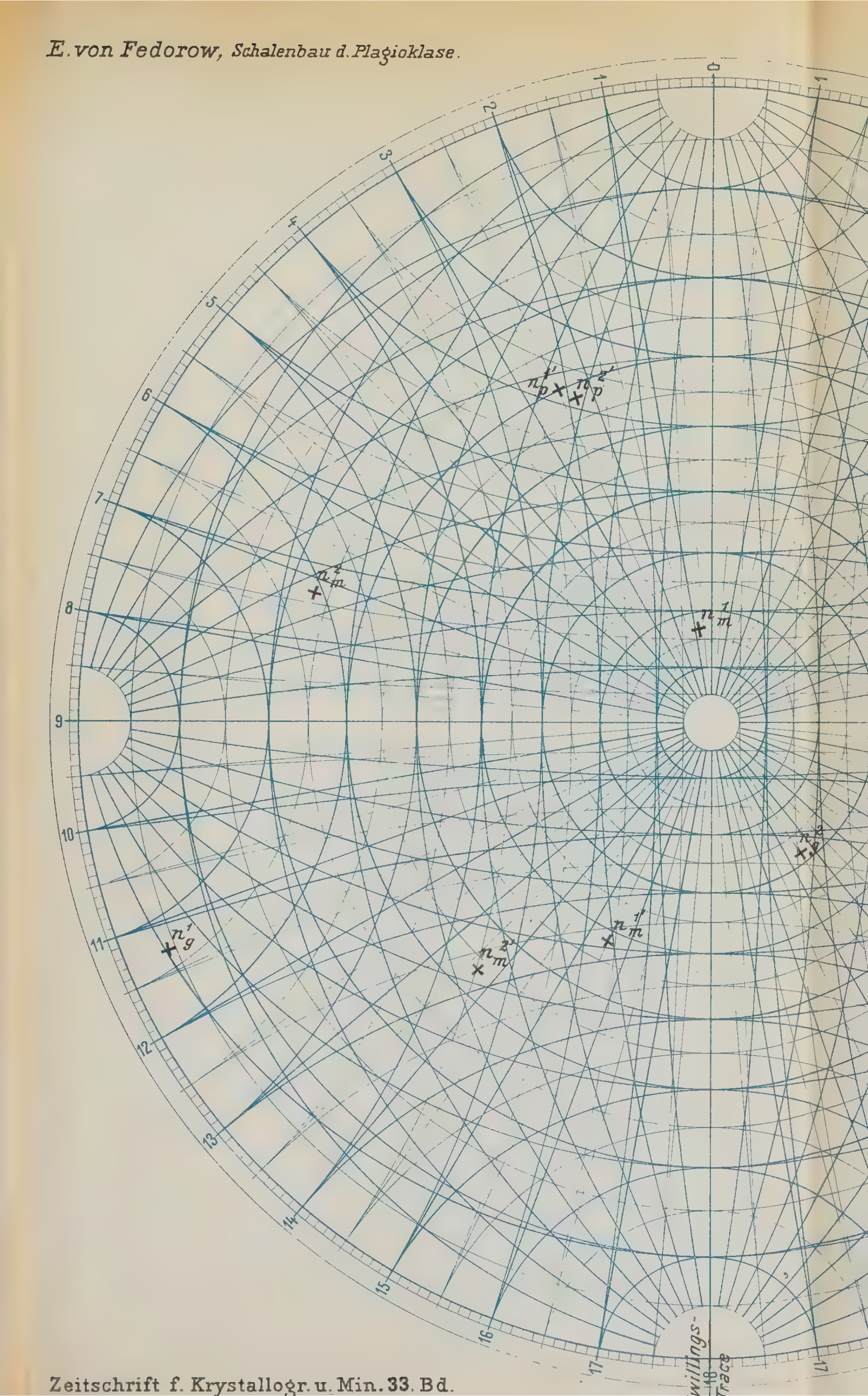


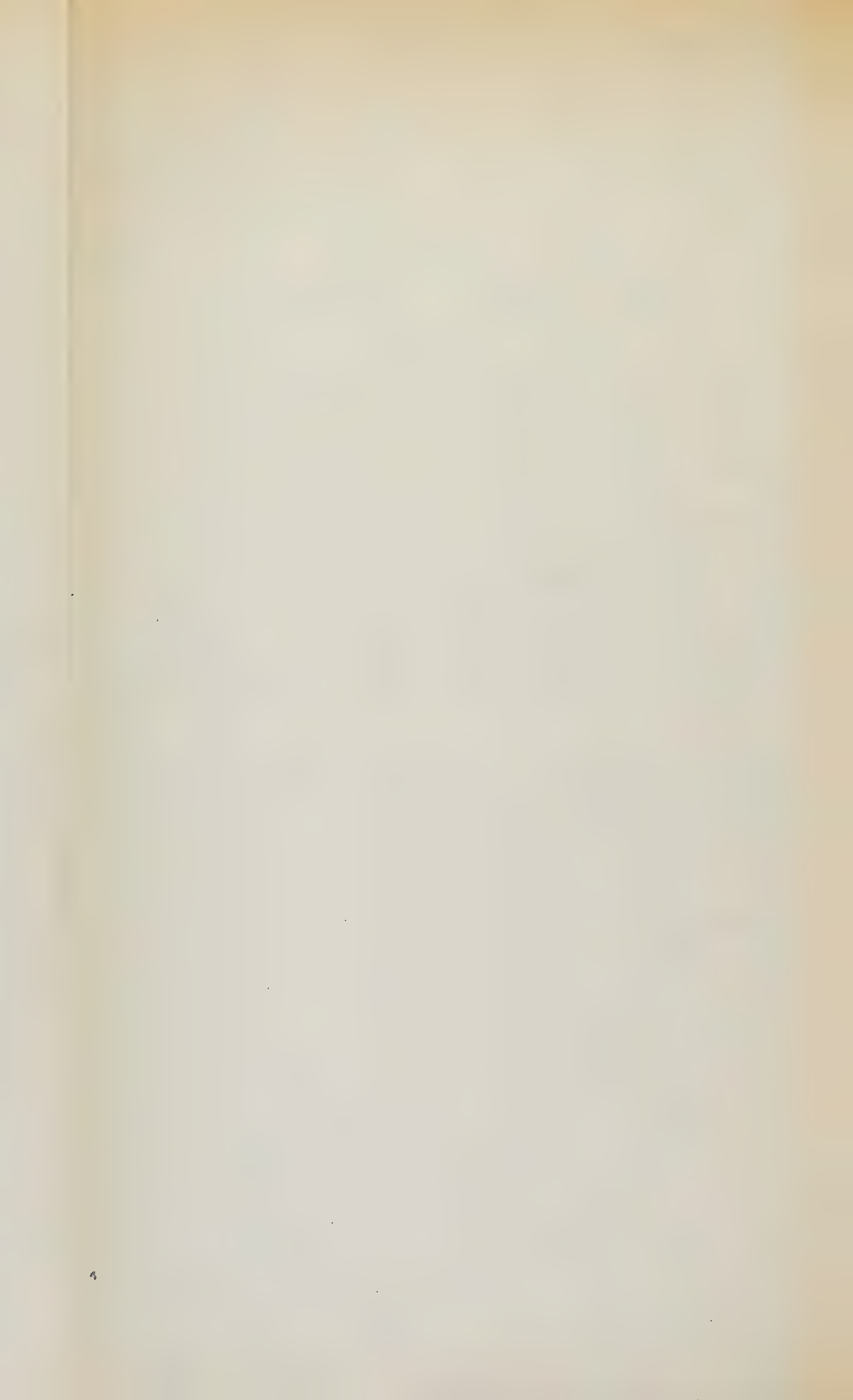
Fig. 8. Fig. 9. Fig. 10.

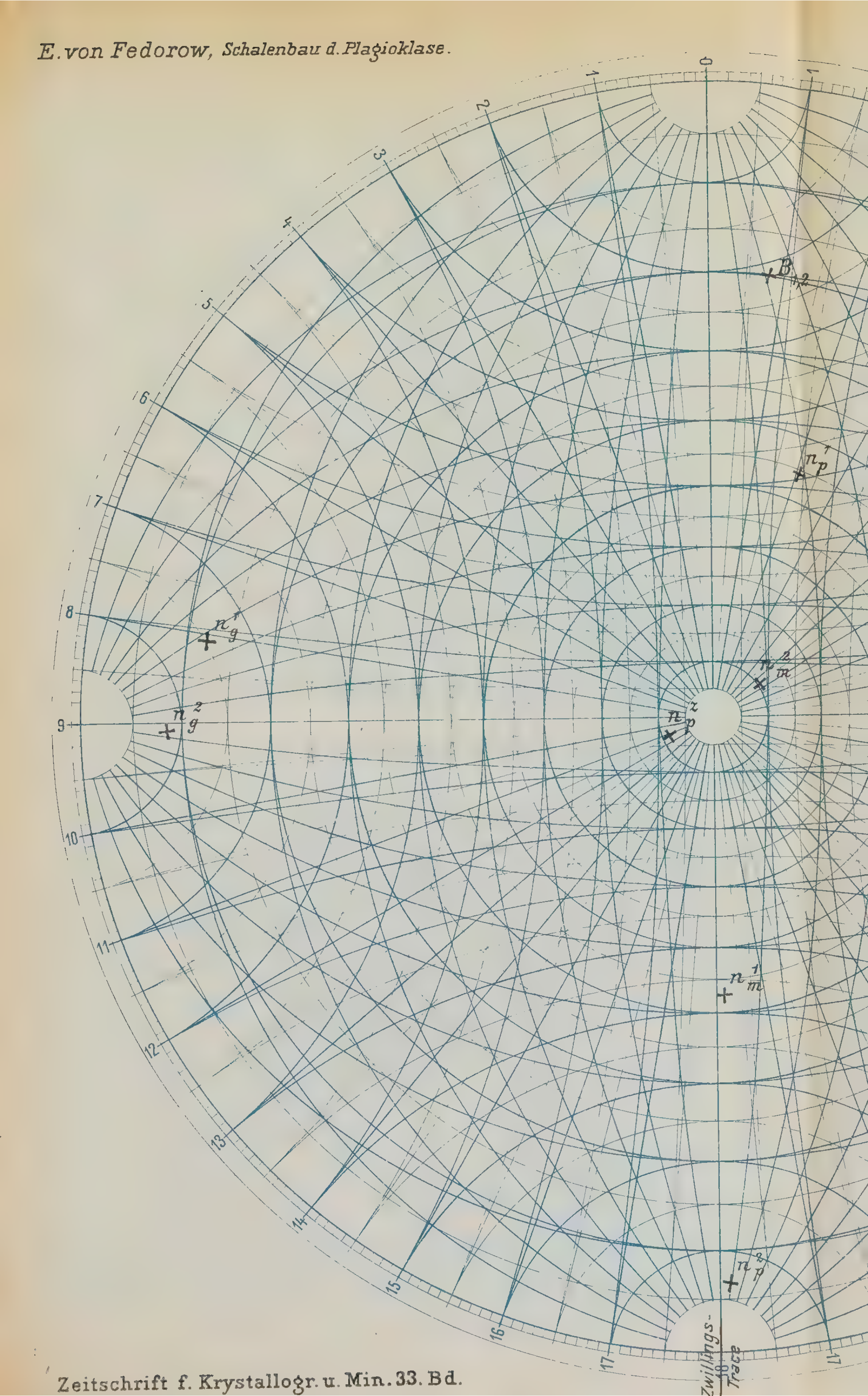
Aut. del. Lith. Hubert Köhler München.

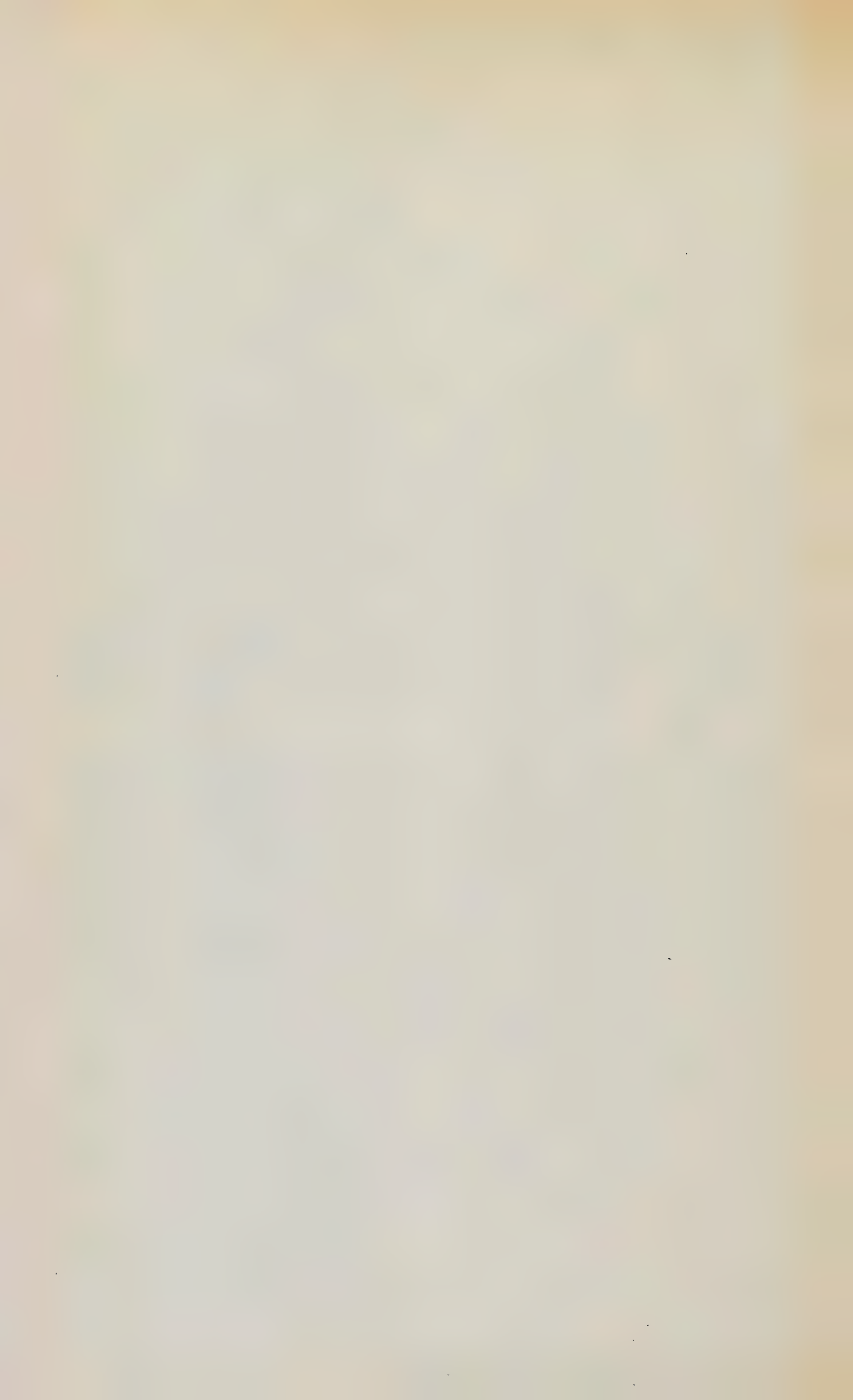


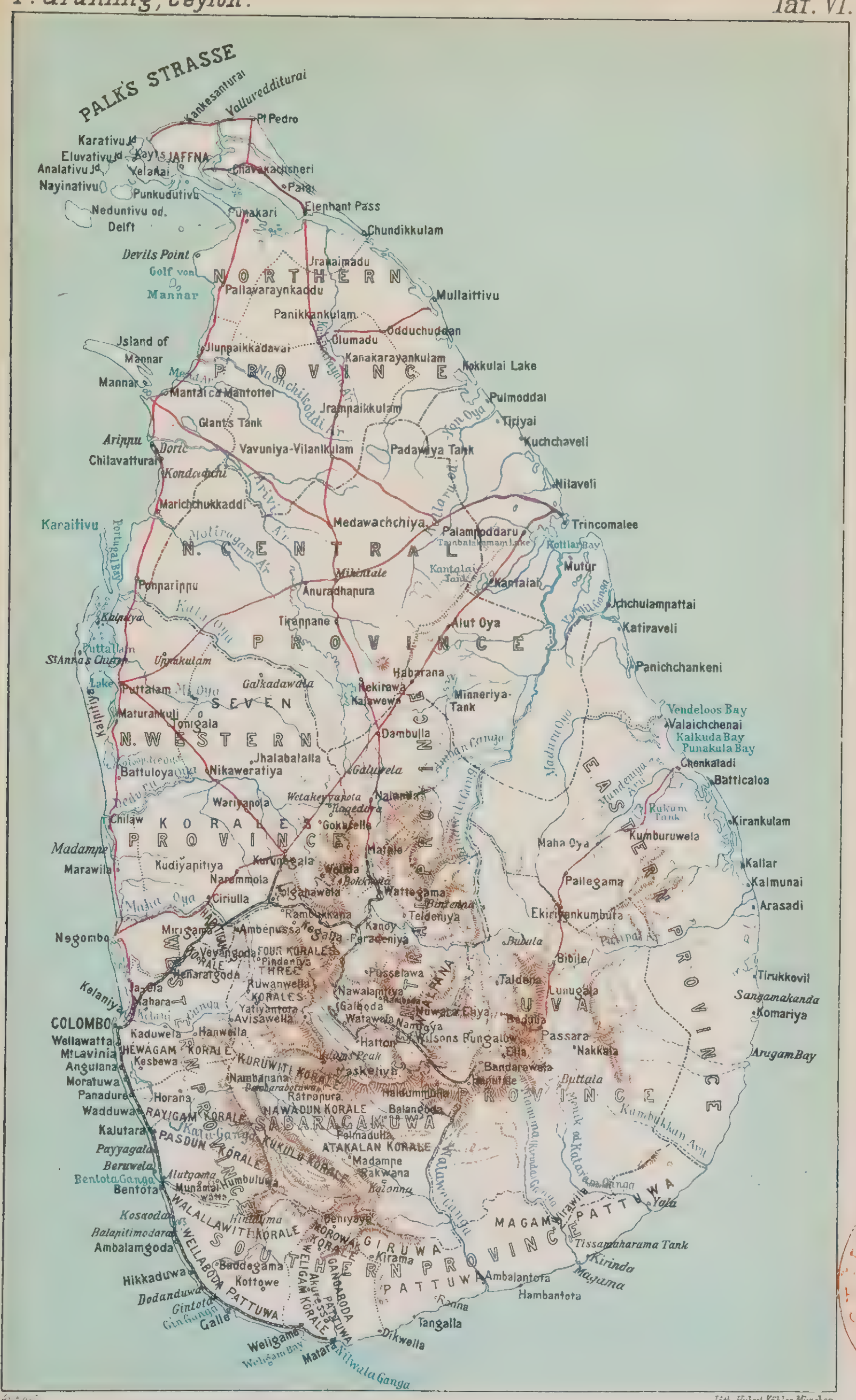


0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
17
1
$n_p^{1'}$
$n_p^{2'}$
n_m^2
n_m^1
n_g^2
n_g^1
$n_m^{1'}$
$n_m^{2'}$
willings-
Trace



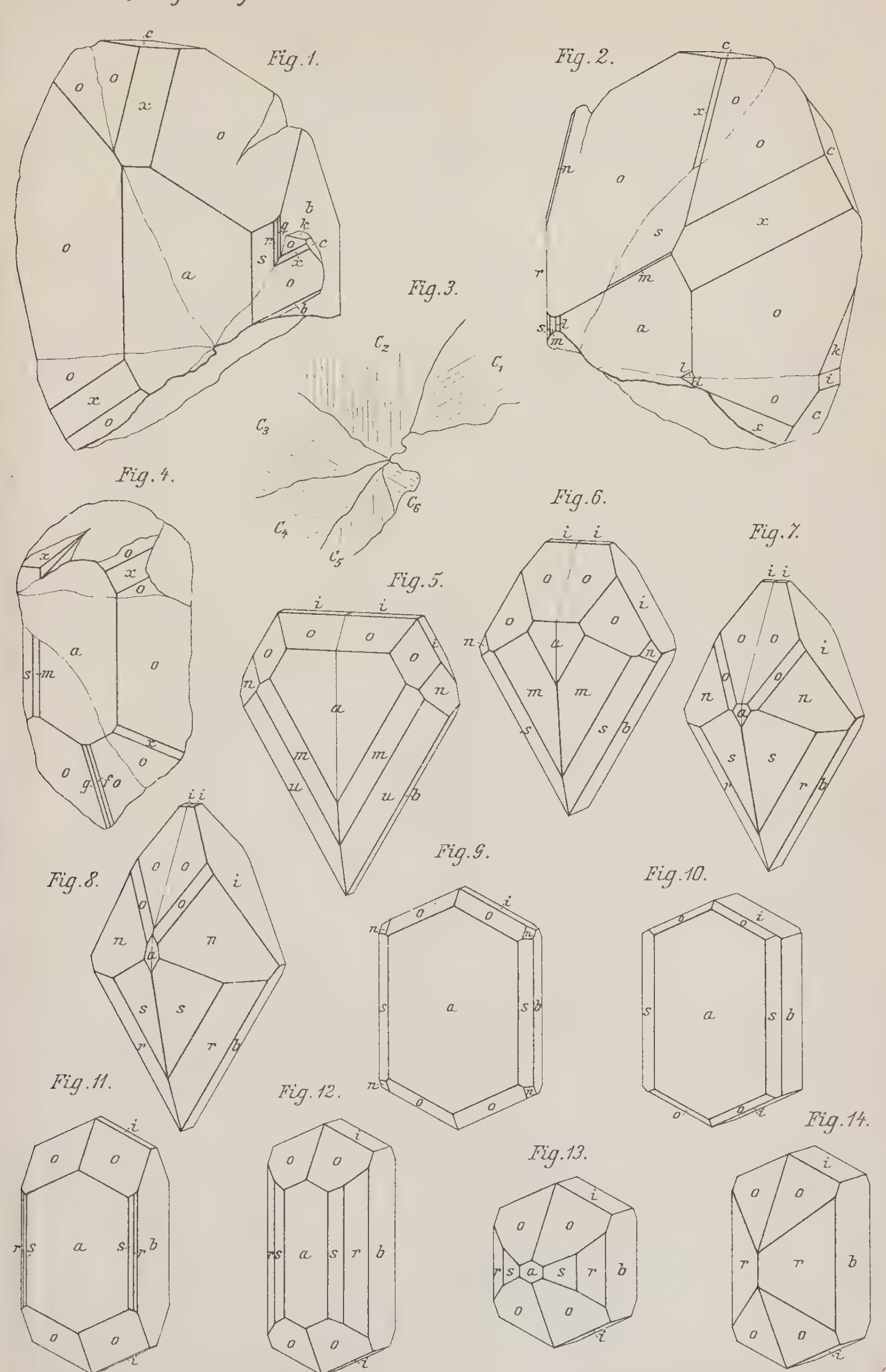

0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
1
17
B2
n_p^1
n_g^1
n_g^2
n_m^2
n_p^2
n_m^1
n_p^2
Zwillings-Trace





Lith. Hubert Köhler, München.

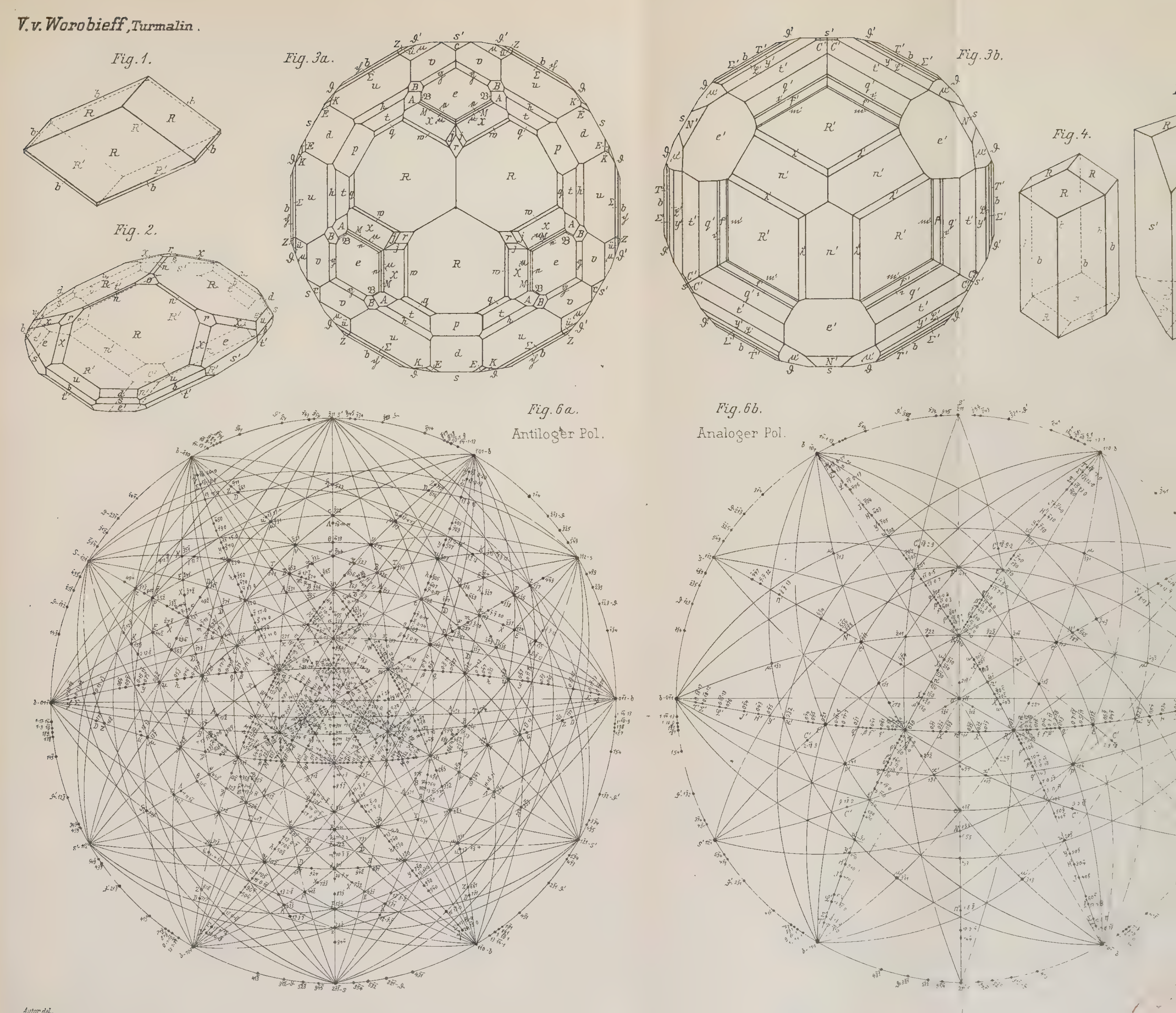




G. Melczer del. Lith. Hubert Köhler, München.



V. v. Worobieff, Turmalin.



Autor del.



Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

Fig. 15.

Fig. 16.

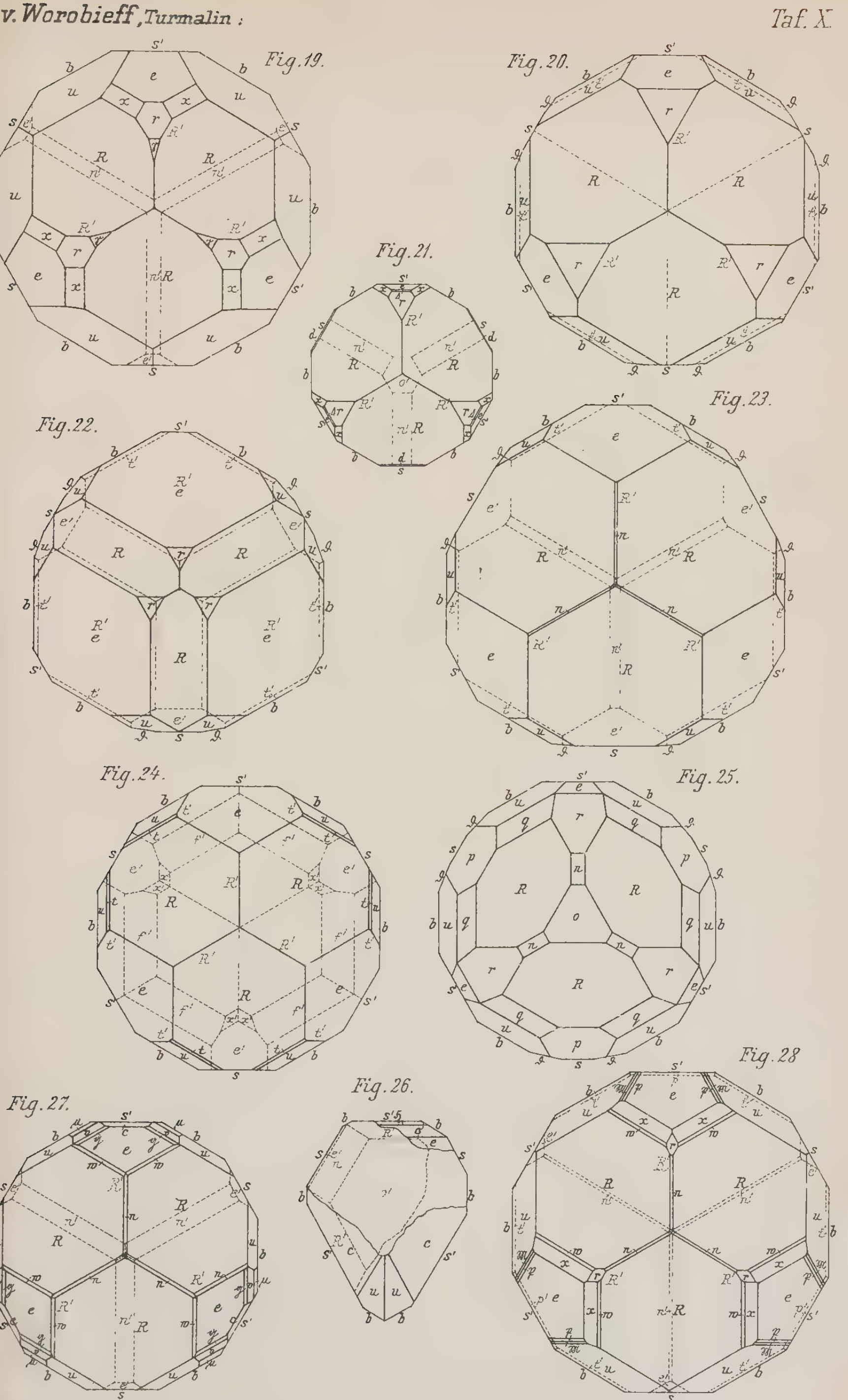
Fig. 17.

Fig. 18.

Autor del.

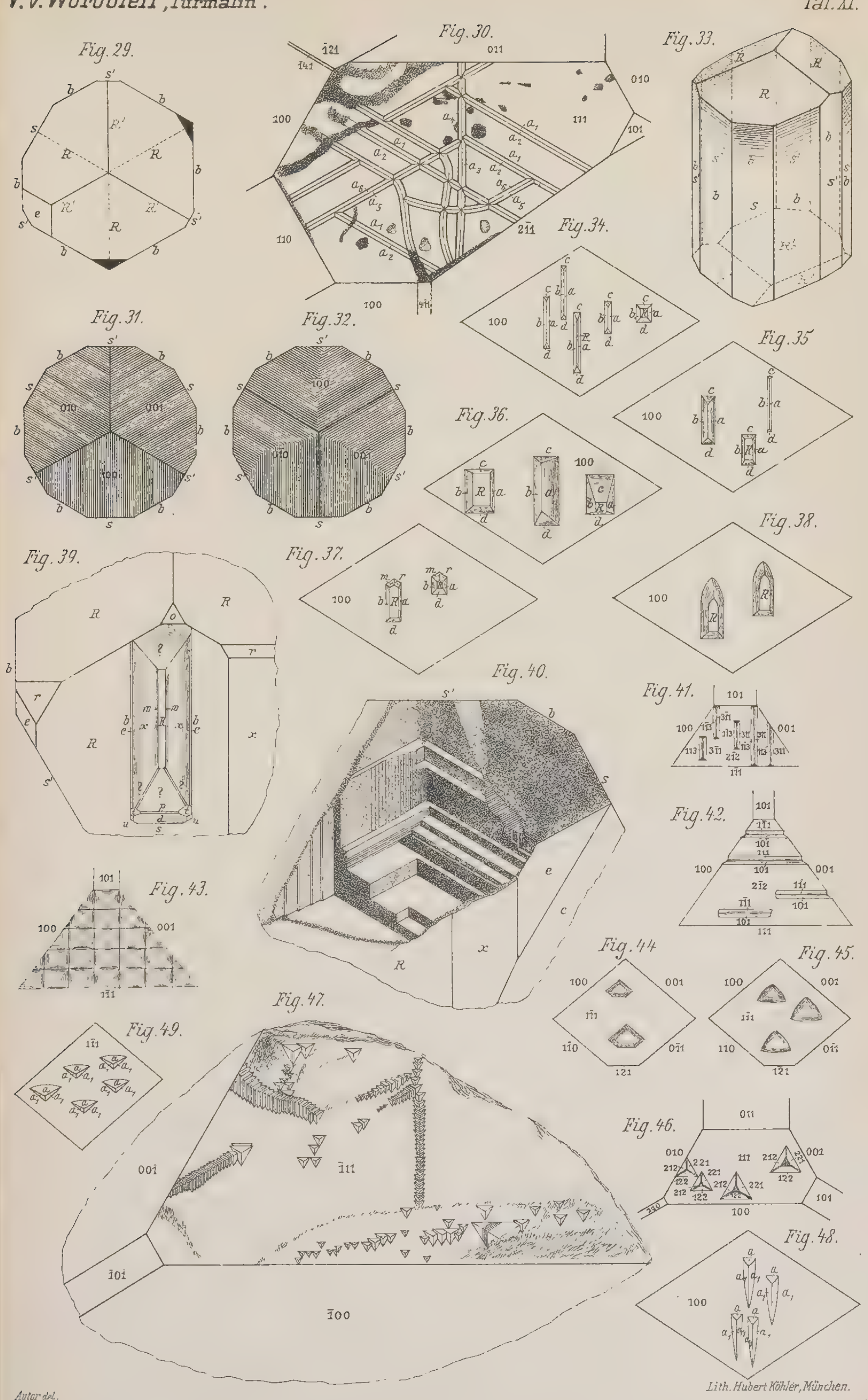
Lith. Hubert Köhler, München.





Lith. Hubert Köhler, München.

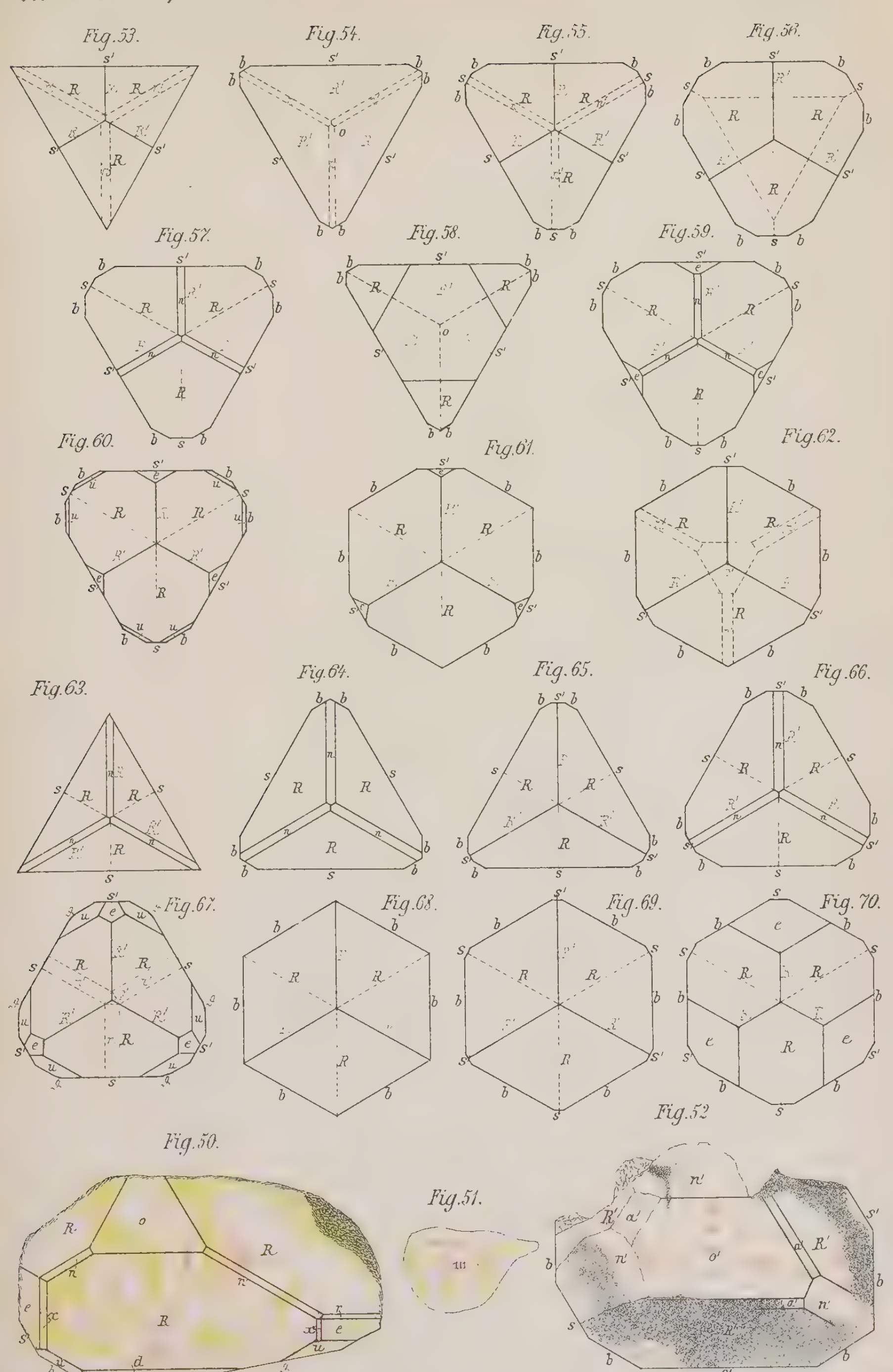




Autor del.

Lith. Hubert Köhler, München.

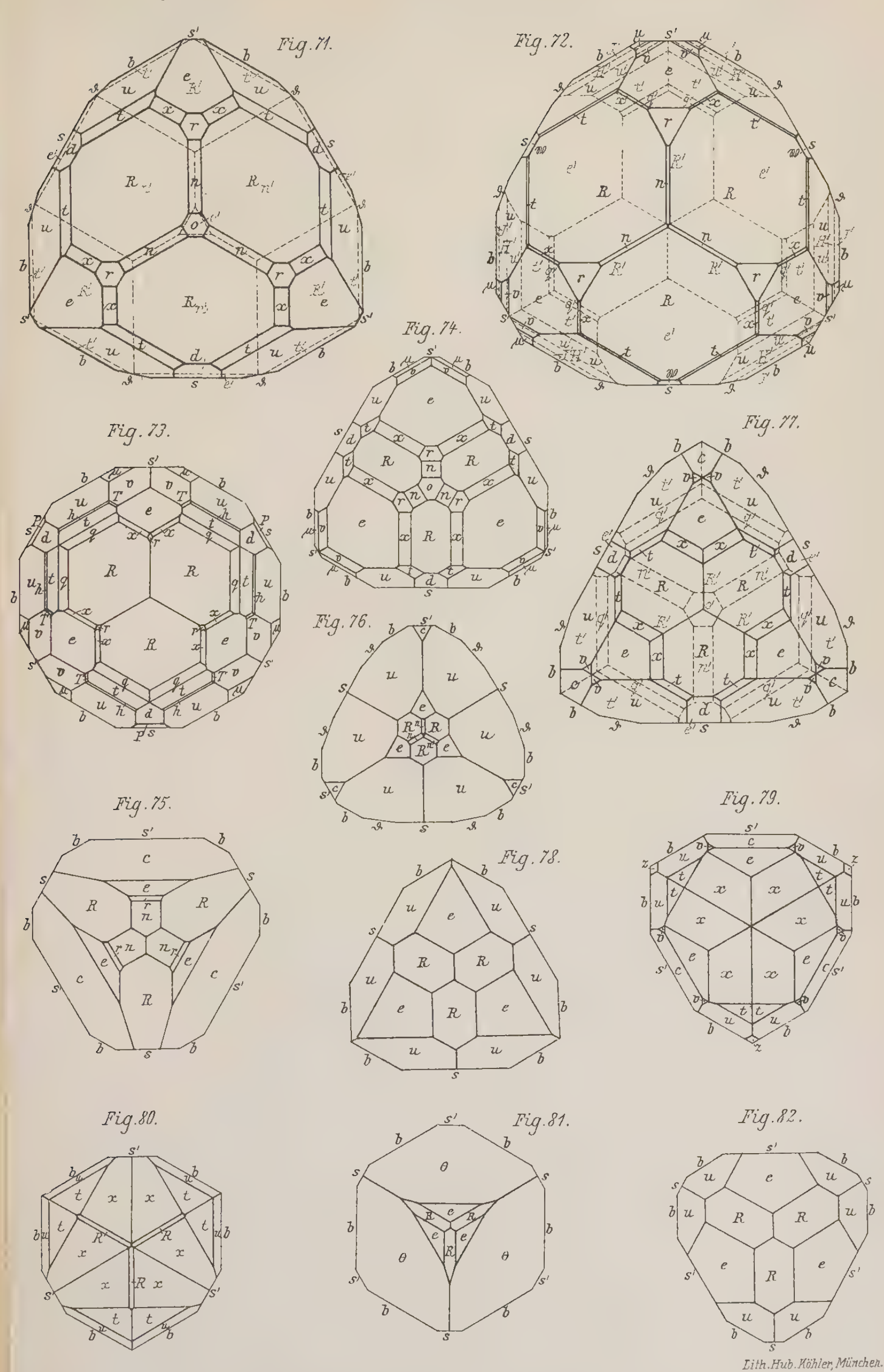




Autor del.

Lith. Hubert Köhler, München.





Autor del.

Lith. Hub. Köhler, München.



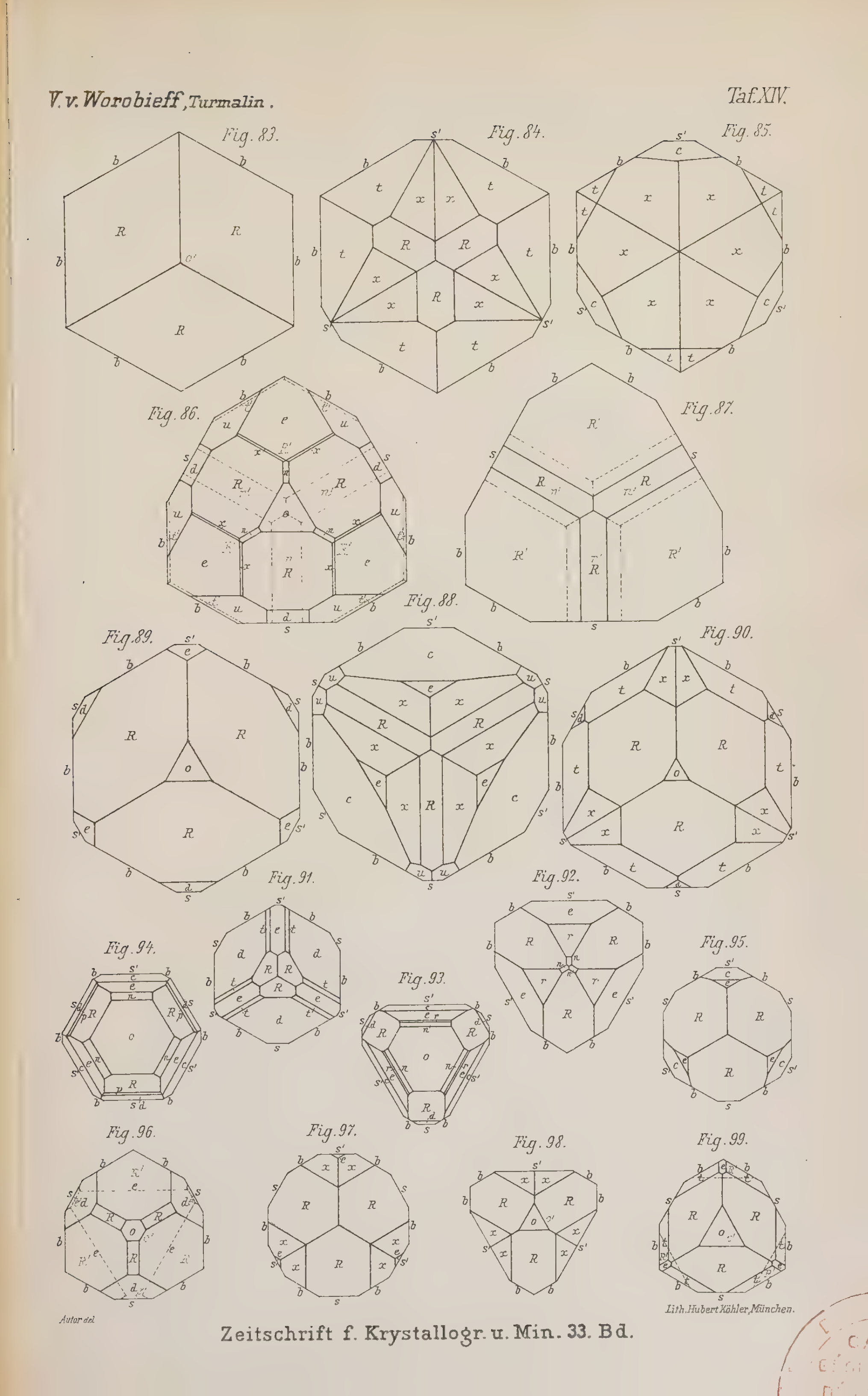

Fig. 83.
Fig. 84.
Fig. 85.
Fig. 86.
Fig. 87.
Fig. 88.
Fig. 89.
Fig. 90.
Fig. 91.
Fig. 92.
Fig. 93.
Fig. 94.
Fig. 95.
Fig. 96.
Fig. 97.
Fig. 98.
Fig. 99.
Autor del.
Lith. Hubert Köhler, München.



Fig. 1.

Zwilling. Fig. 3. Gnom. Proj. d. Meſsungen.

Obere Hälfte

Die Nummern sind die Journal Nummern S. 457

Fig. 2.

Fig. 4. Gesammt Proj. der beob. Formen.

Fig. 9. Chrysoberyll v. Greenfield n Heſsenberg.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 10.

Fünfling. Fig. 12. Proj. d. Meſsungen

Ob. Hälfte

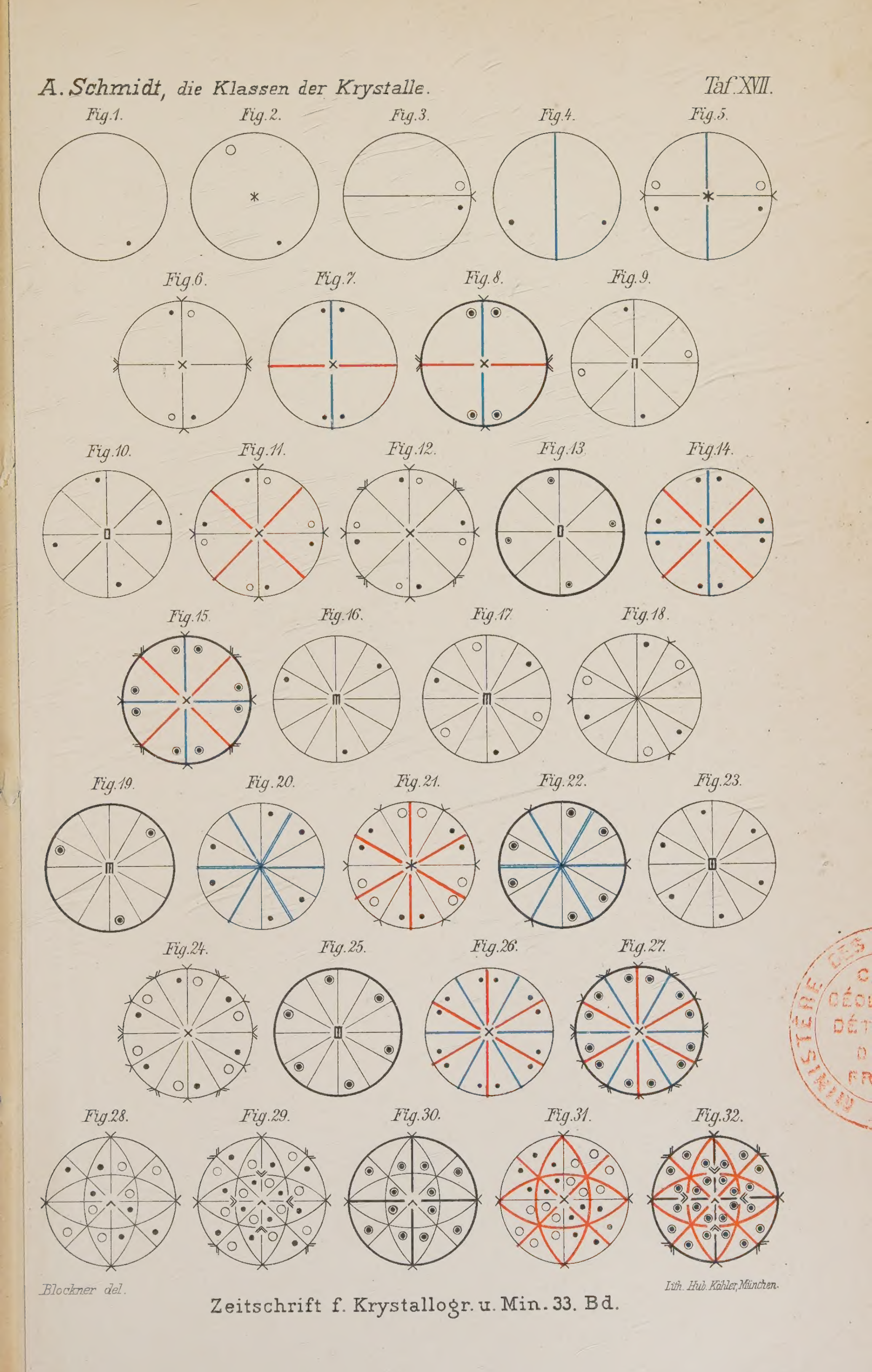
Fig. 11.

Autt. del. Lith. Hubert Köhler München









Blockner del.

Lith. Hub. Köhler, München.

